BEITRÄGE ZUR BIOLOGIE DER WEINBERGSCHNECKE

(HELIX POMATIA L.)

INAUGURAL-DISSERTATION

ZUR ERLANGUNG DER DOKTORWÜRDE

DER HOHEN PHILOSOPHISCHEN FAKULTÄT

DER UNIVERSITÄT MARBURG

ACAD.
LUGD. BAT.
BIBL.

VORGELEGT

VON

WALTER KÜHN

AUS WIESBADEN

MIT 9 FIGUREN IM TEXT

MARBURG

1914

Von der Fakultät angenommen am 26. November 1913.
Referent: Geheimrat Professor E. Korschelt.

(Sonderabdruck aus: »Zeitschrift für wissensch. Zoologie«. Bd. CIX, 1. Heft.)

Beiträge zur Biologie der Weinbergschnecke (Helix pomatia L.).

Von

Walter Kühn.

(Aus dem Zoologischen Institut der Universität Marburg.)

Mit 9 Figuren im Text.

Inhalt.

Seite

I. Die längeren Ruheperioden 129
1. Allgemeine Vorbemerkungen 129
2. Die Winterruhe 130
a. Beginn der Winterruhe 130
b. Die Bedeutung des Epiphragmas 132
c. Unterbrechung und Verhinderung der Winterruhe 137
d. Stoffwechsel und Gewichtsabnahme 139
3. Die Hunger- und Trockenstarre 144
a. Allgemeine Vorbedingungen 144
b. Die Gewichtsabnahme während einer Hunger- und Trockenperiode 144
c. Die Gewichtsabnahme bei Nahrungsmangel und Wasserzufuhr . 155
d. Die Gewichtsabnahme in trockener Atmosphäre 158
4. Das Wiederaufleben 161
a. Die Ursache des Auskriechens 161
b. Die ersten Lebensäußerungen nach der Winterruhe und die Gewichtzunahme 165
II. Die Wasseraufnahme 169
Ergebnisse 179
Verzeichnis der benutzten Literatur 181

Die folgenden Ausführungen sind Abschnitte einer zusammenfassenden Darstellung der Biologie von *Helix pomatia*, die ihrerseits als Teil einer größeren Monographie dieser Spezies gedacht ist. Gerade die hier behandelten Gebiete waren seither noch nicht genügend erforscht, sodaß sich Gelegenheit zu einer Reihe neuer Untersuchungen bot. Wenn diese Untersuchungen auch den größten Teil des Raumes

in Anspruch nehmen, so wurde anderseits durch ausführliche Berücksichtigung der vorliegenden Literatur Vollständigkeit in der Darstellung erstrebt.

Herrn Geheimrat Professor Korschelt, ebenso Herrn Privatdozent Dr. Harms spreche ich für die zahlreichen Anregungen und Ratschläge, die sie mir im Laufe meiner Untersuchungen zu Teil werden ließen, meinen aufrichtigen Dank aus.

I. Die längeren Ruheperioden.

1. Allgemeine Vorbemerkungen.

Die Weinbergschnecke besitzt die Fähigkeit, ihren Stoffwechsel für lange Zeiträume auf ein außerordentlich geringes Maß herabzusetzen. Derartige Ruhezustände kommen zu allen Jahreszeiten vor. Sie ermöglichen das Überdauern ungünstiger äußerer Lebensbedingungen, wie sie einerseits in der Winterkälte, anderseits in Trockenperioden während der übrigen Jahreszeiten gegeben sind.

Das Verhalten der Weinbergschnecken in beiden Fällen zeigt weitgehende Ähnlichkeit. Zunächst suchen sie einen möglichst geschützten Ort auf; dann ziehen sie sich in die Schale zurück und verschließen deren Öffnung mit einer oder mehreren häutigen Membranen, die aus getrocknetem Schleim bestehen. Bei Eintritt in die Winterruhe kommt hierzu noch der mehr oder weniger dichte Kalkdeckel.

In diesem Zustande verharren sie bis zum Eintreten günstiger Lebensbedingungen. Herztätigkeit und Atmung werden schwächer und scheinen unter Umständen ganz auszusetzen. Der Stoffwechsel kann äußerst geringe Werte annehmen, wie man schon aus den Zeiträumen schließen muß, die *Helix pomatia* nach Angaben verschiedener Autoren ohne Nahrung überdauern kann. Schon im Jahre 1820 berichtet Johann Carl Leuchs (36) über diesbezügliche Beobachtungen. Er schreibt S. 35: »Die Schnecken sind sehr gefräßig, können aber auch sehr lange Zeit ohne Nahrung zubringen. Ich habe die behausten wohl 19 Monate ohne Nahrung erhalten und gefunden, daß sie wieder auflebten.« E. Yung (53) gelang es sogar, ein Exemplar von *Helix pomatia* vom Oktober 1884 bis zum 30. Juni 1886, also 21 Monate, ohne Nahrung zu halten und dann durch Untertauchen zu neuem Leben zu erwecken. M. Krahelska (27) berichtet von zwei Exemplaren, die etwa 15 Monate hungerten. Andre Beobachtungen, zum Teil bei andern Landschnecken angestellt, lieferten ähnliche Ergebnisse. Zu erwähnen sind hier die Mitteilungen von Fack und Möbius (15),

W. Hartwig (23), W. Kochs (26), Treitel (52) und O. Goldfuss (21). Bemerkenswert ist die Beobachtung von Goldfuss, daß bei einer künstlichen Verlängerung der Winterruhe größere Zeiträume ohne Nahrung überdauert werden können als bei einer Unterbrechung der vollen Lebenstätigkeit zu andern Jahreszeiten. Am längsten vermögen die Arten ohne Nahrung zu existieren, die in besonders trockenen Gegenden heimisch sind. So berichtet R. Taylor (51) von einem Exemplar von *Helix maculosa* Férussac, das aus den Sandwüsten Ägyptens stammte und das nach einer Hunger- und Trockenperiode von 4 Jahren wieder auflebte. Ähnlich lautet eine Mitteilung von V. Martens (38) über *Helix caesareana* Mouss., die in Syrien heimisch ist. Nach andern weniger genauen Angaben von v. Martens und O. Goldfuss sind sogar Fälle beobachtet worden, wo Hungerperioden von 15 bzw. 8 Jahren überlebt wurden.

Obgleich die Weinbergschnecken in den Gegenden, wo sie heimisch sind, nie so ausgedehnte ungünstige Perioden zu bestehen haben, wie sie etwa von Yung künstlich geschaffen wurden, fallen sie doch den Witterungseinflüssen unter Umständen in außerordentlich großer Zahl zum Opfer. Sowohl große Sommerhitze und Trockenheit, als auch starker und insbesondere plötzlich eintretender Frost können bedeutende Verheerungen anrichten. Der Grund für das Absterben der einzelnen Individuen besteht meist darin, daß sie sich entweder an einem besonders ungünstigen Ort befinden, wo sie den Witterungseinflüssen direkt ausgesetzt sind, oder daß ihre Schutzmembranen durch irgendwelche Zufälle beschädigt worden sind.

Wenn auch das Verhalten der Weinbergschnecke während der Winterruhe, wie bereits erwähnt, große Ähnlichkeit mit dem während einer Trocken- und Hungerperiode besitzt, so sind die Unterschiede doch erheblich genug, um eine getrennte Behandlung zu fordern. Es handelt sich nicht nur um verschiedene Grade des Ruhezustandes, sondern auch um Wesensunterschiede. In dieser Hinsicht ist von besonderer Bedeutung, daß das Eintreten in die Winterruhe als Folge eines festen, bis zu einem gewissen Grade von äußeren Einflüssen unabhängigen Instinktes aufgefaßt werden muß, während Beginn und Dauer jeder Trockenstarre ausschließlich durch äußere Einwirkungen bestimmt werden.

2. Die Winterruhe.

a. Der Beginn der Winterruhe.

Über den Eintritt in die Winterruhe finden sich Mitteilungen bei H. C. L. Barkow (4), S. Clessin (11) und J. G. Allmann (2).

Keiner von ihnen erreicht jedoch in bezug auf Ausführlichkeit und Anschaulichkeit die viel früher gegebene Darstellung von B. Gaspard (19, S. 244), die im Folgenden wörtlich wiedergegeben ist:

»In unsern gemäßigten Gegenden werden die Schnecken mit dem Anfange des Oktobers, um die Zeit der ersten Herbstfröste und Reife, auf den Bergen etwas früher, in der Ebene etwas später träge, kriechen nicht mehr wie gewöhnlich, verlieren die Eßlust und versammeln sich in ziemlich zahlreichen Haufen an Hügeln, Gräben, kleinen Erhabenheiten in Gesträuchen, Hecken usw. Hier fasten sie 1—2 Tage lang, exzernieren den letzten Kot und verbergen sich dann unter das Moos, Gras oder trockene Blätter. Hierauf gräbt sich jedes Tier mit dem vorderen Teil seines Muskelfußes ein Loch, das wenigstens seine Schale aufnehmen kann, vergrößert und rundet es ab, indem es sich mit dieser auf die Seite dreht und windet sich dann sacht zurück, indem es anfangs längs der Seitenwand der Grube, dann gegen ihre obere, aus Moos und Blättern oder etwas Rasen gebildete Wand kriecht. Wenn es sich mit der Öffnung seiner Schale nach oben gewendet hat, bleibt es liegen, zieht dann bald seinen Fuß nach innen, breitet sein Halsband (Mantelsaum), das jetzt sehr weiß ist, völlig darüber aus und läßt die Lungenöffnung eine Zeitlang halb offen, um Luft aufzunehmen. Dann schließt es diese und bildet mit seinem klebrigen Saft eine seidenartige Haut zwischen dem Halsbande und den über dem Tiere befindlichen schädlichen, fremden Körpern. Sogleich nachher sondert das Halsband überall eine einförmige, kalkartige, eine halbe Linie dicke Schicht ab. Ist der Deckel auf diese Art erhärtet, so wird das Halsband durch ein Gespinnst von ihm abgesondert, das fester als das erste ist. Nach einigen Stunden atmet das Tier die vorher in Menge eingenommene Luft aus, zieht sich dadurch mehr in die Tiefe zurück, bildet eine zweite bloß häutige Schicht, atmet noch einmal aus, zieht sich weiter zurück und bildet so oft bis sechs Scheidewände mit dazwischen befindlichen Lufträumen.

»Diese Tatsachen habe ich im Oktober 1818 sehr genau und an vielen Schnecken beobachtet.«

Der Bau der Winterhöhle nimmt 2—3 Tage in Anspruch. Wenn Gaspard als Zeitpunkt für den Beginn der Winterruhe Anfang Oktober angibt, so ist das auch für Gegenden mit gemäßigtem Klima nicht unbedingt richtig. Der Eintritt in die Winterruhe, wie auch das Aufleben im Frühjahr ist vielmehr abhängig von den gerade herrschenden Witterungsverhältnissen. An dem gleichen Ort können zeitliche Schwankungen von 4 und mehr Wochen vorkommen. Dazu

kommt, daß sich die Weinbergschnecken einer Gegend durchaus nicht alle gleichzeitig einkapseln. Jüngere Exemplare behalten ihre Beweglichkeit länger als ältere. Die letzteren sind weniger widerstandsfähig gegen plötzliche Kälte. Die ersten Herbstfröste töten in der Regel viele Exemplare, alle die, welche sich nicht rechtzeitig eingekapselt haben.

Vergleicht man Beginn und Ende der Winterruhe an Orten mit verschiedenem Klima, so zeigen sich erhebliche Unterschiede. E. Yung (53) hat hierüber einige Beobachtungen veröffentlicht. Er stellte in 4 bzw. 5 Jahren die Zeitpunkte der Einkapselung und des Wiederauflebens fest, einerseits für Genf (Meereshöhe 375 m), anderseits für das nahe dem Genfer See in einer Höhe von 580 m gelegene Dörfchen Sonzier. Die Ergebnisse sind aus folgender Tabelle ersichtlich.

1. Verschwinden im Herbst.

	Genf	Sonzier
1882	3. XI	7. X.
1883	18. XI.	5. X.
1884	30. X.	24. IX.
1885	9. XI.	1. X.

2. Aufwachen im Frühjahr.

	Genf	Sonzier
1882	29. III.	11. IV.
1883	4. IV.	16. IV.
1884	9. III.	7. IV.
1885	16. III.	2. IV.
1886	25. IV.	6. V.

Die Unterschiede sind sehr groß. In dem 205 m höher gelegenen Sonzier begann die Winterruhe durchschnittlich mehr als einen Monat früher und hörte etwa $^1/_2$ Monat später auf als in Genf. In einem Fall hatte sie eine mittlere Dauer von etwa $6^1/_2$ Monaten, im andern Fall von 5 Monaten. Der Einfluß des Klimas ist also von wesentlicher Bedeutung.

b. Die Bedeutung des Epiphragmas.

Seiner chemischen Natur nach besteht das Epiphragma aus Kalziumkarbonat und Kalziumphosphat. In der Regel werden diese Stoffe in erheblicher Menge nur in der äußersten Membran, dem eigentlichen Epiphragma abgeschieden, während die weiter nach innen gelegenen Schutzmembranen meist nur Spuren davon enthalten. Die

Dicke der Kalkschicht ist abhängig von dem Kalkvorrat, über den die Tiere bei Eintritt in die Winterruhe verfügen. Nicht selten findet man Exemplare, die sehr dünne und wenig haltbare Deckel gebildet haben.

Die gute Ausbildung des Epiphragmas steht in engster Beziehung zu der mehr oder weniger großen Vollkommenheit, mit der es seinen Zweck erfüllt. Dieser Zweck besteht in der Vereinigung eines guten Schutzes gegen Kälte und Wasserverdunstung mit der Möglichkeit eines Luftaustausches durch den Kalkdeckel hindurch.

1. Schutz gegen Kälte.

Gaspard hat bereits Versuche angestellt, die die Unentbehrlichkeit des Winterdeckels veranschaulichen. Er setzte eine Schnecke, bei der er die Bildung des Winterdeckels verhindert hatte, einige Tage einer Temperatur von —1° bis —2° aus. Sie zog sich nur unvollkommen in die Schale zurück und starb schließlich. Von mehreren hundert großen Schnecken, die eine Kälte von einigen Graden unter 0 ausgestanden hatten, fand er alle die tot, deren Deckel beschädigt war, die übrigen lebten. Die Bestätigung dieser Beobachtungen kann man sich leicht verschaffen, wenn man nach einem früh und plötzlich eingetretenen Herbstfrost nach Schnecken sucht. Man findet stets eine Anzahl von Exemplaren, die infolge ungenügenden Schutzes zugrunde gegangen sind.

Unrichtig ist dagegen die weitere Angabe Gaspards, daß die Kälte auch von gut verschlossenen Exemplaren nur bis zu einer unteren Grenze von etwa —8° ertragen werden könne. Eine ähnliche Ansicht äußert A. Moquin-Tandon (41), ebenso S. Clessin (11). Im Gegensatz hierzu stehen die Ergebnisse einer Reihe von Versuchen von E. Yung (53). Er benutzte sowohl fest eingekapselte Exemplare, als auch solche, deren Winterruhe durch Entfernung des Deckels und Untertauchen unter Wasser unterbrochen worden war. Je drei Exemplare wurden zusammen mit zwei Individuen von *Arion empiricorum* 4 Stunden lang einer Kälte von —100° ausgesetzt. Dann erfolgte langsames Erwärmen. Erst nach 3 Stunden war die Temperatur der Umgebung wieder erreicht. Zunächst reagierte keines der Tiere auf mechanische oder elektrische Reize. Sie wurden nun alle in Wasser gebracht, die eingekapselten nach Entfernung des Epiphragmas. Nur die letzteren zeigten 3 Stunden nach dem Eintauchen Bewegung. Eines von den drei Exemplaren starb nachträglich, die beiden andern kehrten wieder ins Leben zurück und reagierten am folgenden Tage auf einen schwachen Induktionsstrom mit sofortigem Zurückziehen

in die Schale. Nach einem weiteren Tag erfolgte Nahrungsaufnahme. Die Tiere schienen vollkommen gesund zu sein.

Nach diesem günstigen Ergebnis ließ Yung eine noch größere Kälte einwirken. Außerdem setzte er die Tiere längere Zeit dieser Kälte aus. Zunächst setzte er drei Exemplare 20 Stunden, dann 88 Stunden einer Temperatur von —70 bis —76° C aus; schließlich ließ er sie noch 20 Stunden lang in einer Temperatur von —130°. Darauf folgte wieder langsames Erwärmen. Selbst in diesem Falle überlebte ein Exemplar. Ähnliches gibt R. Pictet nach seinen Versuchen für Temperaturen von —120° an (La vie et les basses températures. Rev. scient. T. 52, 1893).

Die Widerstandsfähigkeit gegen Kälte ist also ganz außerordentlich groß; doch hängt sie vollkommen von dem Vorhandensein eines festen unversehrten Epiphragmas ab. Nach dem Gesagten ist es nicht verwunderlich, daß auch Einfrieren in Eis gut verschlossene Exemplare nicht tötet.

Die Herabsetzung der Wasserabgabe durch den Kalkdeckel wird an andrer Stelle behandelt.

2. Luftaustausch durch den Kalkdeckel.

Der gute Schutz, den das Epiphragma gegen Kälte bietet, legt die Vermutung nahe, daß der Verschluß der Schalenöffnung, den es bewirkt, ein vollkommen dichter sei. Tatsächlich wurde diese Anschauung vertreten, unter andern von Gaspard und Barkow. Ersterer stützt sich auf die Beobachtung, daß eingekapselte Exemplare, die er unter kaltem Wasser, Quecksilber, Öl und Fett hielt, nicht erstickten, vielmehr im Frühjahr gesund hervorkrochen. Aus diesen Beobachtungen folgt jedoch nur, daß die Luftzufuhr während des Winters ohne erheblichen Nachteil längere Zeit entbehrt werden kann. Daß tatsächlich ein Luftaustausch stattfindet, hätte Gaspard aus dem Ergebnis eines andern Versuches schließen können. In der Absicht, das Auskriechen einiger Schnecken im Frühjahr hinauszuschieben, brachte er sie in Flaschen, die mit trockenem Sand gefüllt waren und versiegelte dann die Öffnung. Zu seinem Erstaunen beobachtete er jedoch, »daß diese Vorrichtung selbst mitten im Winter das Auskriechen sehr beschleunigte, vorzüglich wenn das versiegelte Gefäß klein ist« (S. 260).

Der Grund für das vorzeitige Auskriechen ist jedenfalls der, daß der normale Luftaustausch wegen des kleinen Raumes, in dem die Tiere eingeschlossen waren, nicht stattfinden konnte und diese nun, um den unnatürlichen Zustand ein Ende zu machen, den Deckel abstießen. Diese Erklärung wird gestützt durch einige Beobachtungen

von E. Ebrard (14). Er hatte, wie schon vor ihm Barkow, festgestellt, daß die gelbliche Membran, die dem Kalkdeckel auf der Innenseite fest anliegt, an einer Stelle, und zwar gerade der Respirationsöffnung gegenüber, eine Kalkeinlagerung besitzt. Auch bei den weiter innen abgesonderten häutigen Membranen sind derartige Kalkeinlagerungen zu beobachten. Ebrard ging von der Vermutung aus, daß an dieser Stelle in erster Linie ein Luftaustausch stattfände. Während einer warmen Periode, wo die Atmung erhöht war, ölte er die poröse Stelle ein und fand tatsächlich, daß der Deckel abgestoßen wurde.

Damit ist das Bestehen eines Gasaustausches, das man auch schon aus der Gewichtsabnahme während der Winterruhe schließen muß, einwandfrei bewiesen.

Ich habe im Winter 1912/13 Versuche angestellt, die die Ergebnisse von Ebrards Versuchen nicht nur bestätigen, sondern einen noch genaueren Aufschluß geben über die Beziehungen, die zwischen der eingekapselten Schnecke und der Außenwelt bestehen.

Am 11. Dezember bestrich ich das Epiphragma von zwei Weinbergschnecken mit Paraffin. Die Tiere wurden dann mit andern eingedeckelten Exemplaren in einem geheizten Zimmer aufbewahrt. Während von sechs andern Exemplaren im Laufe vieler Wochen nur eins seinen Deckel abstieß, fand ich bereits am 19. Dezember eins der beiden Versuchsexemplare ohne Epiphragma. Das zweite Exemplar hatte seinen Deckel bis zum 7. Januar abgestoßen. Im Januar und Februar wiederholte ich den Versuch mit einer größeren Anzahl von Individuen. Am 15. Januar wurden die Deckel von fünf Exemplaren mit Paraffin bestrichen, die von fünf weiteren Exemplaren mit Vaseline. Von den letzteren hatten bereits am 17. Januar, also 2 Tage später, alle ihren Deckel entweder abgestoßen oder doch an einer Seite gelüftet. Etwas anders verhielten sich die mit Paraffin behandelten Individuen. Zwei von ihnen hatten nach 3 Tagen ihren Deckel abgestoßen, ein drittes nach weiteren 6 Tagen und die beiden übrigen nach im ganzen 16 bzw. 18 Tagen. Eine nochmalige Wiederholung des Versuches, die Anfang Februar vorgenommen wurde, führte zu einem ähnlichen Ergebnis. Die vier mit Vaseline bestrichenen Exemplare hatten nach 11 Tagen, drei bereits nach 7 Tagen, ihr Epiphragma gelüftet oder abgestoßen. Bei den andern mit Paraffin verschlossenen Exemplaren erfolgte wie bei dem vorigen Versuch die Reaktion etwas langsamer, doch waren auch hier nach $3^1/_2$ Wochen sämtliche Deckel abgestoßen.

Von 21 Exemplaren, deren Epiphragma im Laufe des Winters mit einer undurchlässigen Masse bestrichen worden war, hatten also

alle in gleicher Weise durch Abstoßen oder Lüften des Winterdeckels reagiert. Da von sechs andern Exemplaren, die im übrigen genau den gleichen Bedingungen ausgesetzt waren, nur eins im Laufe dieser Zeit seinen Deckel abstieß, folgt aus dem Versuch, daß zu jeder Zeit während der Winterruhe, im Dezember, Januar und Februar ein Gasaustausch durch das Epiphragma hindurch besteht. Die lange Zeit, die oft bis zum Abstoßen des Deckels verstrich, führt anderseits zu der Vermutung, daß der Gasaustausch entweder nicht sehr lebhaft ist, oder aber auch auf anderem Weg erfolgt. Aus den verschieden großen Zeiträumen, die sich zwischen 2 Tagen einerseits und nahezu 4 Wochen anderseits bewegen, muß man ferner auf große individuelle Schwankungen schließen. Daß tatsächlich die Unmöglichkeit einer genügenden Luftzirkulation Ursache für das Verhalten der Schnecken war, geht auch aus der Beobachtung hervor, daß ein großer Teil der Individuen lediglich den Deckel lüftete und dann nach Bildung häutiger Membranen gleich die Winterruhe fortsetzte.

Wenn somit bewiesen ist, daß ein Luftaustausch durch das Epiphragma stattfindet, so ist die weitere, schon angedeutete Frage von Interesse, ob diese Funktion dem Epiphragma allein zukommt, oder ob vielleicht auch die Schale einen Gasaustausch durch sie hindurch gestattet.

Um hierüber Klarheit zu erhalten, habe ich am 21. Januar bei sechs Weinbergschnecken die gesamte Schale mit Vaseline bestrichen, das Epiphragma jedoch frei gelassen. Am 26. Januar hatte das erste Exemplar seinen Deckel abgestoßen, am 2. Februar drei weitere. Am 3. März besaß nur noch ein Exemplar sein Epiphragma. Am 6. Februar wurden weitere sechs Exemplare in gleicher Weise behandelt. Bis zum 1. April hatten von den zwölf Versuchstieren, die im ganzen verwandt worden waren, zehn ihren Winterdeckel abgestoßen, eins hatte ihn nur gelüftet und ein Exemplar war unverändert. Daß das Abstoßen nicht auf natürliche Beendigung der Winterruhe zurückzuführen ist, folgt aus dem Verhalten von sechs Kontrollexemplaren, von denen am 1. April erst zwei ihr Epiphragma verloren hatten.

Es steht also fest, daß während der Winterruhe ein Gasaustausch, sowohl durch das Epiphragma als auch durch die Schale erfolgt. Auch hier lassen die Versuchsergebnisse auf große individuelle Verschiedenheiten schließen.

Neben dem Kälteschutz und der Vermittlung eines Gasaustausches kommt dem Epiphragma noch eine dritte sehr wesentliche Bedeutung zu, der Schutz gegen eine große Zahl von Feinden.

c. Unterbrechung und Verhinderung der Winterruhe.

Über die Ursache, die das Eintreten in die Winterruhe bewirkt, sind von einer Reihe von Forschern Untersuchungen angestellt worden; insbesondere hat man sich mit der Frage beschäftigt, ob es sich nur um eine Reaktion auf veränderte äußere Bedingungen handelt, oder um die Wirkung eines angeborenen Instinktes, der bis zu einem gewissen Grade unabhängig von äußeren Reizen tätig ist. S. Clessin (11) spricht sich für die erste Möglichkeit aus. Er schreibt: »Der Zeitpunkt des Verkriechens beginnt mit dem Eintritt kalter Nächte, und es ist durchaus kein eigner, den Tieren innewohnender Instinkt, welcher sie antreibt, sich zurückzuziehen, sondern ganz allein die kalte Wirklichkeit, die sie eindringlich zum Aufsuchen schützender Orte mahnt.«

Richtig ist an dieser Auffassung, daß der Beginn der Winterruhe in der Regel mit dem Eintreten der Herbstkälte zusammenfällt und bis zu einem gewissen Grade durch sie bestimmt ist. Wird die Einwirkung der Kälte unmöglich gemacht, so erfolgt der Übergang in den Ruhezustand in der Regel erst später, er unterbleibt jedoch nur selten. Das hat bereits Gaspard richtig beobachtet. Er brachte Ende September zwei Weinbergschnecken, die sich in einem mit Erde angefüllten Kasten befanden, in einen Keller von ungefähr 13° R. Trotzdem bildeten sie ein Epiphragma, die eine am 15. Oktober, die andre 2 Tage später. Ein andres Exemplar setzte Gaspard von Mitte September an einer Temperatur von 15° aus. Es erhielt täglich etwas Kohl. Trotzdem kapselte es sich am 6. Oktober ein. Am folgenden Tag entfernte Gaspard den Deckel und brachte das Tier auf einen Kamin, wo die Temperatur 20° betrug. Es kroch hervor und fraß, kapselte sich aber dann wieder ein. Einige andre Exemplare, die in ähnlicher Weise behandelt wurden, verbrachten den Winter ohne zu erstarren. Aus diesen Versuchen, wie aus der Beobachtung, daß drei Exemplare, die am Einkapseln verhindert wurden, stark abmagerten, schließt Gaspard, daß die Kälte nicht die einzige Ursache der Winterruhe ist, daß letztere vielmehr notwendig zum Lebensprozeß gehört. Immerhin erkennt auch Gaspard die Kälte als wesentlichste Ursache des Eintritts in die Winterruhe an. Vor einer Reihe von Jahren hat K. Künkel (30, 32) neue Beobachtungen angestellt. Er kommt zu dem Ergebnis, daß Wärme, Feuchtigkeit und Futter die Weinbergschnecken bis Ende November wachhalten können. Dann erfolgt jedoch die Bildung des Epiphragmas.

Man muß wohl annehmen, daß die äußere Veranlassung für den

Eintritt in die Winterruhe zwar in der Regel die beginnende Kälte ist, daß die eigentliche Ursache jedoch tiefer liegt und in einem angeborenen Instinkt zu suchen ist, der auch dann meist zur Geltung kommt, wenn keine äußeren Beeinflussungen hinzutreten.

Für diese Anschauung spricht auch eine Beobachtung, die ich im Herbst 1912 angestellt habe. Sieben Weinbergschnecken, die $4^1/_2$ bzw. $5^1/_2$ Monate gehungert hatten, erhielten am 30. Oktober Nahrung und Wasser. Zur Fütterung wurden abwechselnd verschiedene Gemüse, auch Feldsalat, Karotten usw. verwandt. Nachdem sie 6 Stunden in frischem Gemüse zugebracht hatten, war noch kein einziges Exemplar ausgeschlüpft. Auch am folgenden Tag waren noch nicht alle ausgekrochen. Sie wurden nun mit etwas Wasser besprengt und kamen infolgedessen bald aus der Schale. Die Gewichte, die an den folgenden Tagen festgestellt wurden, sind in Tabelle 1 angegeben.

Tabelle 1.

Exemplar Nr.	Ursprüngl. Gewicht	30. X.	Dasselbe in % d. ursp. Gew.	31. X.	1. XI.	2. XI.	5. XI.	8. XI.
1	21,7	14,00	64,5	15,47	15,56	15,73	16,22	16,34
2	19,7	11,90	60,4	11,83	11,99	12,04	—	—
3	27,7	13,90	50,2	14,22	14,29	14,63	14,60	15,15
4	26,5	15,68	59,2	19,34	19,28	19,55	18,23	18,08
5	28,3	13,17	46,2	15,39	16,70	17,30	16,72	17,02
6	19,8	13,47	68,0	17,24	17,85	16,78	17,03	17,47
7	19,0	12,41	65,3	12,34	17,10	17,13	16,23	+
Durchschnitt	23,2	13,50	58,2	15,12	16,11	16,17	—	—
ders. in % d. ursp. Gew.	100	58,2	—	65,2	69,4	69,7	—	—

Bei einem Vergleich mit dem Verhalten von solchen Exemplaren, die im Frühjahr oder Sommer nach einer Ruheperiode auflebten, fällt zunächst die außerordentliche Langsamkeit und Trägheit auf, mit der die Tiere die Nahrung angriffen. Weiter ist ein ganz auffallender Unterschied in bezug auf die Gewichte zu beobachten. Während fünf Exemplare, die im Juli nach einer Hungerstarre Nahrung erhielten, ihr Gewicht in einem (dem ersten) Tag durchschnittlich um 20,7% steigerten, zeigten die vorher erwähnten Versuchsexemplare eine Zunahme von nur 7%. In den nächsten 2 Tagen folgte dann eine weitere Zunahme um 4,5%.

Schon sehr bald schieden die Tiere Membranen ab. Wurden diese zerstört, so erfolgte bald Abscheidung eines neuen Häutchens. Zum Teil hatten die Membranen Kalkeinlagerungen. Ein richtiges Epiphragma konnte nicht gebildet werden, da die Schnecken im Sommer keine Gelegenheit zur Kalkaufnahme gehabt hatten. Jedenfalls zeigten alle Exemplare in der Folgezeit das Bestreben, ihre Winterruhe zu beginnen, obgleich sie sich in einem warmen und feuchten Raum befanden. Die häufige Störung, die durch Abnahme der Membranen verursacht wurde, bewirkte, daß der größere Teil der Exemplare bis Ende Dezember zugrunde gegangen war. Aus dem Versuch folgt einerseits die Richtigkeit der Behauptung, daß die Winterruhe auch dann stattfindet, wenn den Schnecken Feuchtigkeit, Wärme und Nahrung geboten wird, anderseits, daß auch eine längere Ruhezeit im Sommer das Bedürfnis nach der Winterruhe nicht beseitigt.

Mit diesen Ergebnissen stimmen die Beobachtungen sehr gut überein, die bei künstlicher Unterbrechung der Winterruhe gemacht worden sind. In Betracht kommen hier Versuche von Leuchs (36), C. Pfeiffer (45), Berger (4, zit.), Yung (53), O. Buchner (9) und Künkel (32). Es sind ganz verschiedene Mittel zur Wiederbelebung angewandt worden. Am sichersten und schnellsten kommt man zum Ziel, wenn man den Winterdeckel zunächst entfernt und die Tiere dann unter nicht zu kaltes Wasser taucht. Wärme allein führt nie zum Ziel.

Die ausgekrochenen Tiere bewegen sich, wie übereinstimmend beobachtet wurde, träge umher, nehmen wenig oder gar keine Nahrung auf und kapseln sich über kurz oder lang wieder ein. Die neuen Membranen sind natürlich sehr arm an Kalkeinlagerung. Auch Besprengen mit Wasser führt in der Regel kein intensives Leben herbei. Yung weist besonders auf die große Sterblichkeit der künstlich belebten Schnecken hin. Von 100 Individuen, die er im Januar durch Untertauchen weckte, lebten im April nur noch 63.

d. Stoffwechsel und Gewichtsabnahme.

Während der Winterruhe finden im Innern der Weinbergschnecken wichtige Veränderungen statt. Es erfolgt eine wesentliche Verminderung des Wassergehaltes in den Muskeln und in der Leber. Besonders am Anfang des Winterschlafes wird der Gehalt der Leber an Fett und Glykogen geringer. Dagegen findet in der Leber, wie auch in den Muskeln und in der Eiweißdrüse eine Ansammlung von Lecithin statt. Glukose sammelt sich im Fußmuskel, ferner in Leber und Eiweißdrüse.

Auch im Blut, das während des aktiven Lebens vollkommen frei von Zucker ist, tritt solcher auf. In allen Geweben ist eine Ansammlung von Kohlensäure und eine Verminderung des Sauerstoffgehaltes zu beobachten. Die Abgabe von Kohlensäure und Wasserdampf nimmt im ersten Teil des Winters stark ab. Der Wert des respiratorischen Quotienten sinkt dauernd vom Beginn des Winterschlafes bis zu seinem Ende.

Nach Beendigung des Ruhezustandes werden alle inzwischen eingetretenen Veränderungen wieder ausgeglichen. Den Geweben wird Wasser zugeführt, der Kohlensäuregehalt schwindet allmählich, und bald sind die normalen Verhältnisse wieder hergestellt.

Die Untersuchungen über diesen Gegenstand stammen von M. Bellion (5). In den wesentlichen Punkten stimmen die Beobachtungen ganz mit denen überein, die beim Winterschlaf andrer Tiere gemacht worden sind.

Im folgenden ist die Gewichtsabnahme näher zu betrachten, welche durch den eben erwähnten Stoffwechsel verursacht wird. Neben einigen kurzen Mitteilungen von Lambotte (33) kommen hier die Wägungen von M. Krahelska (27) in Betracht. Sie bestimmte den Gewichtsverlust für *Helix pomatia*, *H. arbustorum*, *H. fruticum* und für die im Mittelmeergebiet heimische *Leucochroa candidissima*. Die Wägungen für *Helix pomatia* wurden etwa 1 Woche nach der Bildung des Epiphragmas begonnen und dann in Zwischenräumen von je 1 Woche ausgeführt. Die erste Wägung erfolgte am 6. November. Die Tiere wurden in einem trockenen Keller aufbewahrt, dessen Temperatur wenig über null Grad betrug. Im ganzen kontrollierte Krahelska zehn Exemplare, von denen fünf ein Gewicht zwischen 20—25 g hatten und fünf weniger als 20 g wogen. Für jede der beiden Gruppen sind die durchschnittlichen Gewichte berechnet worden, wie sie aus jeder Wägung folgten. Die Zahlen für die erste Gruppe sind

1. Wägung	2. Wägung	3. Wägung	4. Wägung	5. Wägung	6. Wägung
24,168 g	24,056 g	23,970 g	23,838 g	23,708 g	23,570 g
7. Wägung	8. Wägung	9. Wägung	10. Wägung	11. Wägung	12. Wägung
23,431 g	23,315 g	23,216 g	23,074 g	22,928 g	22,724 g
13. Wägung	14. Wägung	15. Wägung	16. Wägung		
22,604 g	22,144 g	21,944 g	21,404 g		

Mittlere Gewichtsabnahme pro Woche:
0,112 — 0,086 — 0,132 — 0,130 — 0,138 — 0,139 — 0,166 — 0,99 — 0,142 — 0,146 — 0,204 — 0,120 — 0,460 — 0,200 — 0,510.

Im ganzen betrug die durchschnittliche Abnahme dieser Gruppe 2,764 g oder 10,6% (Maximum 14,9%, Minimum 7,5%).

Die fünf leichten Exemplare hatten ein mittleres Anfangsgewicht von 18,705 g, ein mittleres Endgewicht von 16,345. Die Abnahme betrug bei ihnen 2,360 g oder 12,61% (Maximum 14,1%, Minimum 1,176%). Aus den Zahlen folgt, daß die Abnahme des Gewichtes in gleichen Zeiträumen erheblichen Schwankungen unterworfen ist, ferner, daß zwischen den einzelnen Individuen große Unterschiede vorkommen. Die kleineren Exemplare nahmen im Vergleich zu ihrem Körpergewicht stärker ab als die größeren.

Von den andern untersuchten Arten zeigten die an Trockenperioden gewöhnten Exemplare von *Leucochroa* die geringste Abnahme, 5,88%, während *H. fruticum* um 36,70% und *H. arbustorum* um 23,84% abnahmen.

Ich habe eine Reihe von Wägungen angestellt, die besonders über die Abhängigkeit des Gewichtsverlustes von der Temperatur des Aufenthaltsraumes Klarheit schaffen sollten. Versuchsobjekte waren zwölf Weinbergschnecken, die alle ein festes Epiphragma abgeschieden hatten. Von diesen wurden sechs (1. Gruppe) in einem geheizten Zimmer aufbewahrt und zwar in einem offenen Glasgefäß. Die durchschnittliche Temperatur in dem Zimmer betrug etwa 18° C. Die andern sechs Exemplare (2. Gruppe) wurden in einen Speicherraum gebracht, in dem bei Berücksichtigung der durch die Außentemperatur gegebenen Schwankungen eine mittlere Temperatur von etwa 7—8° C herrschte. Der Unterschied betrug also durchschnittlich 10—11°. Gegen Ende des Winters nahm er naturgemäß etwas ab. Die Ergebnisse der Wägungen, die vom 10. Dezember 1912 bis zum 1. April 1913 in Zwischenräumen von je 28 Tagen ausgeführt wurden, sind aus den Tabellen 2 und 3 (S. 142) zu ersehen.

In den ersten vier Vertikalspalten beider Tabellen sind die Ergebnisse der Wägungen von Dezember bis März angegeben; dann folgen in den drei nächsten Spalten die Abnahmen zwischen je zwei aufeinanderfolgenden Wägungen. In der achten Vertikalspalte ist der Gesamtverlust vom 10. Dezember bis 4. März angegeben, in der folgenden Spalte derselbe in Prozenten des Anfangsgewichtes. Schließlich folgen die Wägungsergebnisse vom 1. April und zuletzt die Abnahme vom 4. März bis zum 1. April. In der letzten Horizontalspalte jeder Tabelle finden sich die entsprechenden Durchschnittszahlen für jede Gruppe.

Die Ergebnisse der Wägungen am 1. April sind deshalb bei der Berechnung des Gesamtergebnisses nicht berücksichtigt worden, weil

Tabelle 2.

Gewichte der ersten Gruppe.

Exemplar Nr.	10. XII.	7. I.	4. II.	4. III.	Gewichtsverlust 10. XII—7. I.	Gewichtsverlust 7. I.—4. II.	Gewichtsverlust 4. II.—4. III.	Gesamtverlust	Ders. in % d. ursp. Gew.	Gewicht am 1. IV.	Gewichtsverlust 4. III.—1. IV.
1	19,91	19,45	19,02	18,34	0,46	0,43	0,68	1,57	7,9	17.94	0,40
2	15,92	15,32	15,01	14,65	0,60	0,31	0,36	1,27	8,0	14,45	0,20
3	21,11	20,54	20,13	19,60	0,57	0,41	0,53	1,51	7,2	17,95	1,65
4	17,58	16,42	15,32	14,65	1,16	1,10	0,67	2,93	16,7	13,35	1,30
5	16,53	16,17	15,94	15,44	0,36	0,23	0,50	1,09	6,6	15,12	0,32
6	19,75	19,29	18,94	18,49	0,46	0,35	0,45	1,26	6,4	18,27	0,22
Durchschnitt d Expl.-Nr. 1, 2, 3, 5, 6	18,64	18,15	17,81	17,30	0,49	0,34	0,51	1,34	7,2	—	—

Tabelle 3.

Gewichte der zweiten Gruppe.

Exemplar Nr.	10. XII.	7. I.	4. II.	4. III.	Gewichtsverlust 10. XII.—7. I.	Gewichtsverlust 7. I.—4. II.	Gewichtsverlust 4. II.—4. III.	Gesamtverlust	Ders. in % d. urspr. Gew.	Gewicht am 1. IV.	Gewichtsverlust 4. III.—1. IV.
7	21,28	20,90	20,56	20,13	0,38	0,34	0,43	1,15	5,4	19,65	0,48
8	15,61	15,40	15,23	14.95	0,21	0,17	0,28	0,66	4,2	14,54	0,41
9	18,37	18,13	17,97	17,75	0,24	0,16	0,22	0,62	3,4	17,44	0,31
10	17,57	17,27	17,06	16,74	0,30	0,21	0,32	0,83	4,7	16,28	0,46
11	19,84	19,60	19,46	19,23	0,24	0,14	0,23	0.61	3,1	18,92	0,31
12	20,44	20,03	19,80	19,52	0,36	0.28	0,28	0,92	4,5	19,17	0,35
Durchschnitt	18,85	18,56	18,35	18,05	0,29	0,21	0,30	0,80	4,2	17,67	0,38

die Außentemperatur inzwischen so hoch gestiegen war, daß nur noch vorübergehend erhebliche Temperaturunterschiede zwischen beiden Räumen zu beobachten waren. Bei starkem Sonnenbrand stieg die Temperatur in dem Speicherraum sogar mitunter auf einen höheren Grad, als in dem Aufenthaltsraum der ersten Gruppe. Die wesentlichen Versuchsbedingungen waren also zu dieser Zeit nicht mehr gegeben. In der Tabelle kommt das dadurch zum Ausdruck, daß die Zahlen für beide Gruppen (abgesehen von den Exemplaren Nr. 3 und 4, von denen später die Rede ist) nur unbedeutende Unterschiede aufweisen.

Mit aller Deutlichkeit ist aus den für die Zeit vom Dezember bis Anfang März gegebenen Zahlen die Abhängigkeit des Gewichtsverlustes von der Temperatur zu ersehen. Die Abnahme in Prozenten war für jedes Exemplar der ersten Gruppe größer als für jedes Exemplar der zweiten Gruppe.

Ein Temperaturunterschied von rund 10° hatte bewirkt, daß die in dem wärmeren Raum befindlichen Individuen in der Versuchszeit von 12 Wochen mehr als 1,7mal so viel an Gewicht verloren, als die der tieferen Temperatur ausgesetzten.

Der Unterschied ist leicht zu erklären. Die größere Wärme bedingt sowohl einen erhöhten Stoffwechsel, als auch eine stärkere Wasserverdunstung. Beides kommt in einer schnelleren Abnahme des Gewichtes zum Ausdruck. Daß tatsächlich der Temperaturunterschied von ausschlaggebender Bedeutung ist, beweist die Abnahme bis zum 1. April, bei der nur geringe Unterschiede zwischen beiden Gruppen zu beobachten waren. Hier zeigen bei wenig verschiedener Temperatur die Exemplare der zweiten Gruppe sogar eine etwas stärkere Abnahme; wahrscheinlich trägt der größere Wassergehalt, den die zweite Gruppe noch besaß, die Hauptschuld an dem stärkeren Gewichtsverlust.

Am 7. Januar fand ich Exemplar Nr. 4 ohne Epiphragma vor. Es hatte sich mit einer häutigen Membran an der Wand des Glases festgeheftet. Das Epiphragma wog 0,27 g. Das Tier wurde wie die andern weiter beobachtet. Es zeigte, wie aus Tabelle 1 hervorgeht, eine bedeutend stärkere Gewichtsabnahme. Das Vorhandensein eines Epiphragmas ist also von ganz wesentlichem Einfluß auf den Betrag des Gewichtsverlustes. Bei der Berechnung der mittleren Werte wurden die Zahlen für Exemplar 4 natürlich nicht berücksichtigt. Auch Nr. 3 stieß seinen Winterdeckel ab, allerdings erst im März. Als Folge war ebenfalls eine Steigerung der Wasserabgabe zu beobachten. Da dieses Exemplar bei der Berechnung der früheren Mittelwerte verwandt wurde, mußte auf Angabe der Durchschnittszahlen für die Wägung am 1. April verzichtet werden.

Aus den Tabellen folgt schließlich noch, worauf auch die Zahlen von M. Krahelska hindeuten, daß die Gewichtsabnahme eines Exemplars in gleichen Zeiträumen starken Schwankungen unterworfen ist, ferner daß erhebliche individuelle Verschiedenheiten vorkommen. Für die Annahme, daß eine direkte Beziehung zwischen dem Anfangsgewicht und dem Betrag der Gewichtsabnahme bestehe, liefern meine Beobachtungen dagegen keine Bestätigung. Zur Begründung einer derartigen Anschauung erscheint mir das bis jetzt vorgelegte Material

durchaus unzureichend, ganz abgesehen davon, daß auch theoretische Überlegungen solche Beziehungen nicht vermuten lassen.

3. Die Hunger- und Trockenstarre.

a. Allgemeine Vorbedingungen.

Die Weinbergschnecke kann ihre volle Lebenstätigkeit nur dann entfalten, wenn die Feuchtigkeit ihrer Umgebung den Ersatz des in reichlicher Menge von ihr abgegebenen Wassers gestattet. Diese Bedingung ist nur zu gewissen Zeiten erfüllt. Lange Trockenperioden sind in den Gebieten, wo *Helix pomatia* heimisch ist, nicht selten.

Beginnt eine solche Periode, so kann man sehr bald wesentliche Änderungen in der Lebensweise der Weinbergschnecke bemerken. Schon wenn der Boden nach dem letzten Regen auszutrocknen anfängt, zieht sie sich tagsüber in die Schale zurück und ist nur von den Abendstunden bis zum Beginn des neuen Tages bei der Nahrungsaufnahme anzutreffen. Mit zunehmender Trockenheit wird das Umherkriechen immer mehr eingeschränkt, bis es schließlich ganz aufhört. Die Tiere sitzen dann tief im Gebüsch oder an sonstigen geschützten Stellen und haben eine oder mehrere häutige Membranen abgeschieden, die eine zu rasche Abgabe der im Körper enthaltenen Feuchtigkeitsmengen verhindern. Der große Einfluß, den die relative Feuchtigkeit der Luft auf die Lebenstätigkeit der Landschnecken ausübt, wurde bereits von Döring (12) klar hervorgehoben.

Auf künstliche Weise kann man eine Trockenperiode herstellen, indem man die Tiere in große trockene Behälter bringt, die mit der umgebenden Luft in Verbindung stehen. Stellt man diese Behälter in einen trockenen Raum und vermeidet man jede Zufuhr von Nahrung und Feuchtigkeit, dann sind etwa die Verhältnisse hergestellt, denen die Weinbergschnecke auch im Freien ausgesetzt ist. Man darf also annehmen, daß viele Beobachtungen, die man unter solchen Umständen anstellt, zu den gleichen Ergebnissen führen, wie das entsprechende Beobachtungen im Freien tun würden.

b. Die Gewichtsabnahme während einer Hunger- und Trockenperiode.

Eine der wichtigsten Fragen, die bei der Hungerstarre einer besonderen Erörterung bedürfen, hat die Gewichtsabnahme zum Gegenstand, speziell auch im Vergleich mit der während der Winterruhe beobachteten. O. Nüsslin (44) hat zuerst eine größere Zahl von Wägungen vorgenommen und zwar sowohl bei *Helix pomatia* als auch bei *Arion empircorum*. Er sammelte bei Regenwetter 20 Exemplare von

Helix pomatia, wog sie gleich darauf und brachte sie dann in trockene, hölzerne, mit Drahtnetzen bedeckte Kästen. Die zweite Wägung erfolgte nach 3 Tagen, die dritte nach weiteren 6 Tagen. Dann wurden noch zwei Wägungen im Zwischenraum von je 6 Tagen vorgenommen, zuletzt noch zwei im Abstand von je 12 Tagen. Der Versuch wurde also im ganzen auf 45 Tage ausgedehnt. Während dieser Zeit wurde das Gewicht aller Tiere wesentlich geringer. Es betrug am Ende des Versuchs bei dem Exemplar, das am stärksten abgenommen hatte (Nr. 15), noch 55,1% des Anfangsgewichts, bei dem Exemplar, das die geringste Gewichtsänderung erfahren hatte (Nr. 9), dagegen noch 73,8% des ursprünglichen Gewichts. Es waren also recht erhebliche individuelle Verschiedenheiten zu beobachten.

Nüsslin schließt aus seinen Wägungen (S. 25—26): 1) »Die Wasserverdunstung durch die Haut ist bei *Helix pomatia* in der ersten Zeit sehr bedeutend, nimmt aber rasch ab und verläuft in der Folge ohne Regelmäßigkeit; in den ersten 3 Tagen verloren die Tiere in der Mehrzahl der Fälle fast ebensoviel Wasser, als in den folgenden 42 Tagen.

2) Die Gewichtsverluste während gleicher Zeiten scheinen den ursprünglichen Gewichten umgekehrt proportional zu sein, d. h. größere Schnecken verdunsten in gleicher Zeit relativ weniger als kleinere.

3) Die Bildung eines häutigen Deckels verlangsamt die Verdunstung, ohne sie jedoch ganz aufzuheben.«

Eine Anzahl von Wägungen wurde ferner von M. Krahelska ausgeführt. Ihre Beobachtungen erstrecken sich auf fünf Exemplare von *Helix pomatia*, die in Zwischenräumen von je einer Woche gewogen wurden und zwar 20 Wochen, also fast ein halbes Jahr lang. Krahelska gibt in der Tabelle nur die Durchschnittsgewichte an, die sie aus den für die fünf Exemplare gewonnenen Zahlen berechnet hat. Das Durchschnittsgewicht betrug am Anfang der Wägungen 20,903 g, am Ende der Hungerperiode 14,301 g; das sind 68,4% des ursprünglichen Gewichts.

Die Gründe, die mich veranlassten, eine weitere Reihe von Wägungen anzustellen, sind folgende: Zunächst schien es mir von Interesse, die Gewichtsabnahme am Anfang der Hungerperiode etwas genauer zu verfolgen. Ich habe daher in der ersten Woche die Wägungen täglich vorgenommen. Außerdem wollte ich feststellen, ob die Schlüsse, die Nüsslin aus seinen Wägungen zieht, tatsächlich von allgemeiner Gültigkeit sind.

Bevor ich dazu übergehe, die Gewichte im Einzelnen anzugeben,

muß ich noch auf eine Ungenauigkeit aufmerksam machen, die bei einem derartigen Versuch nicht zu vermeiden ist.

Ein Teil der Exemplare heftet sich stets mit einer feinen Membran an der Wand des Behälters fest, in dem man die Tiere aufbewahrt. Bei jeder Wägung muß das betreffende Exemplar natürlich von der Wand abgerissen werden. Dabei wird die schützende Membran zerstört. Nicht selten kriecht die Schnecke infolge der Reizung aus der Schale und bewegt sich umher. Bis zur Bildung einer neuen Membran ist sie gegen Verdunstung schlecht geschützt und nimmt daher stärker an Gewicht ab als unter normalen Verhältnissen. Bei längerer Versuchsdauer wird diese Störung immer geringer, da die Tiere auf äußere Reize immer schwächer reagieren.

Die Wägungen habe ich an zwei verschiedenen Gruppen von Tieren vorgenommen. Die erste Gruppe umfaßt 20 Exemplare; sie wurden am 17. Mai 1912, nachdem es $2^1/_2$ Tage ununterbrochen geregnet hatte, im besten Ernährungszustand und in lebhafter Bewegung aufgefunden und unmittelbar danach gewogen. In den ersten Tagen bewegten sich diese Exemplare außerordentlich lebhaft umher, hatten reichlichen Stoffwechsel und gaben große Mengen Schleim ab. Allmählich wurden dann die Bewegungen träge, und nach 14 Tagen fingen die Schnecken an, sich ganz in die Schale zurückzuziehen. Die meisten Exemplare verschlossen die Schalenöffnung entweder mit einer häutigen Membran, oder hefteten sich an der Gefäßwand fest. Gelegentlich wurden auch mehrere Membranen übereinander abgeschieden. Nur vereinzelte Exemplare blieben für längere Zeit ohne allen Schutz.

Die zweite Gruppe umfaßt zehn Exemplare, die am 14. Mai 1912 abends aufgefunden wurden. Es hatte länger als eine Woche nicht geregnet. Infolgedessen waren alle Tiere ganz oder fast ganz in die Schale zurückgezogen und hatten sich im Gebüsch fest geheftet. Das Loslösen genügte bei den meisten Exemplaren, um sie zum Auskriechen zu veranlassen. Doch gaben sie nur sehr wenig Schleim ab. Die erste Wägung erfolgte am 15. Mai vormittags. Das Verhalten dieser Exemplare in der Gefangenschaft war anders als das der ersten Gruppe. Von Anfang an war die Bewegung weniger lebhaft, die Schleimabsonderung viel geringer. Das vollkommene Zurückziehen in die Schale erfolgte bereits nach 1 Woche.

Alle Exemplare waren in großen Glasbehältern untergebracht, die oben mit einem sehr weit geflochtenen Drahtnetz verschlossen waren. Besonders in den ersten Tagen machten sie vielfach Versuche, ins Freie zu gelangen. Dabei kam es vor, daß einzelne Exemplare fast den

ganzen Weichkörper durch eins der nicht ganz 1 qcm großen Löcher des Drahtnetzes hindurchzwängten und längere Zeit in dieser Stellung verblieben.

Die Wägungen wurden bei den meisten Exemplaren bis zum 26. August durchgeführt, wobei die Zwischenräume zwischen je zwei Wägungen allmählich bis auf 21 Tage vergrößert wurden.

Die Individuen Nr. 15—20 der ersten Gruppe wie auch Nr. 29 und 30 der zweiten Gruppe sind zum Teil während der Dauer der Untersuchungen zugrunde gegangen (durch + bezeichnet), zum Teil wurden sie vom 14. Juni bzw. vom 5. Juli ab für andere Versuche verwandt.

Betrachtet man das Verhalten jeder der beiden Gruppen für sich, so findet man zunächst, daß die Exemplare jeder Gruppe große individuelle Unterschiede zeigen und zwar sowohl in bezug auf die Gewichtsabnahme während der ersten Tage, als auch in bezug auf die Abnahme während der ganzen Dauer der Untersuchungen. Im Laufe des ersten Tages hat beispielsweise das Exemplar Nr. 19 sein Gewicht nur um 4,5% vermindert, Nr. 15 dagegen in derselben Zeit um 16,4%, d. h. nahezu

Tabelle 4.

Gewichte der ersten Gruppe.

Exempl. Nr.	17. V.	18. V.	19. V.	20. V.	21. V.	22. V.	23. V.	24. V.	4. VI.	14. VI.	5. VII.	26. VII.
1	32,2	28,8	27,3	26,6	25,6	24,6	24,2	23,9	21,8	20,2	18,2	16,9
2	31,3	27,1	25,9	25,3	24,8	24,2	23,7	23,5	21,3	20,5	18,7	17,8
3	33,1	28,9	27,5	26,7	26,3	25,7	24,9	24,5	20,2	19,6	18,0	16,9
4	27,0	23,4	22,5	22,2	21,8	21,4	20,5	20,4	19,3	17,8	16,7	15,8
5	30,1	26,2	24,8	24.5	23,7	23,0	22,5	22,1	21,5	19,9	18,7	17,7
6	29,5	26,0	25,2	25,0	24,6	24,3	23,8	23,4	19,7	19,4	18,5	16,1
7	25,4	23,7	22,3	21,9	21,5	20,9	20,2	20,0	17,9	17,1	16,1	14,8
8	23,9	21,8	20,5	20,2	19,9	19,4	18,9	18,6	17,1	16,0	14,3	13,1
9	27,4	24,3	22,6	22,4	22,2	21,5	21,3	21,1	20,9	19,4	17,0	16,2
10	33,2	29.5	26,9	26,6	26,1	25,1	24,7	24,3	23,3	22,4	20,1	19,3
11	28,9	26,2	24,2	23,9	23,7	23,2	22.6	22,3	19,7	18,5	16,4	15,3
12	27,4	25,5	24,2	23,7	23,5	22,4	22,1	21,8	20,6	19,3	17,2	16,1
13	27,2	23,2	22,3	21,8	21,2	20,8	20,6	20,3	17,1	16,2	13,7	13,0
14	29,8	26,4	24,6	24,0	23,5	23,3	—	—	21,4	19,7	18,1	16,9
15	22,0	18,4	17,7	17,2	16,6	16,2	16.0	15,9	13,9	12,9	11,8	—
16	24,6	22,4	21,1	21,0	20,4	18,8	18,5	18,3	17,4	16,4	14,1	—
17	28,8	24,1	22,6	21,9	20,5	19,7	19,3	18,9	18,0	16,9	14,6	+
18	31,9	27,6	26,0	25,0	24,4	24,1	23,0	22,4	20,4	18,6	17,1	—
19	29,1	27,9	25,6	25,3	25,0	24,5	24,1	23,9	21,5	20,5	18,8	—
20	32,4	29,6	28,2	27,7	27,4	27,3	26,9	26,5	24,6	23,8	21,8	—

Tabelle 5.

Gewichte der ersten Gruppe ausgedrückt in Prozenten des ursprünglichen Gewichts.

Exempl. Nr.	17. V.	18. V.	19. V.	20. V.	21. V.	22. V.	23. V.	24. V.	4. VI.	14. VI.	5. VII.	26. VII.
1	100	89,4	84,8	82,6	79,5	76,4	75,2	74,2	67,7	62,7	56,5	52,5
2	100	86,6	82,7	80,8	79,2	77,3	75,7	75,1	68,1	65,5	59,7	56,9
3	100	87,3	83,1	80,7	79,5	77,6	75,2	74,0	61,0	59,2	54,4	51,1
4	100	86,7	83,3	82,2	80,7	79,3	75,9	75,6	71,5	65,9	61,9	58,5
5	100	87,0	82,4	81,4	78,7	76,4	74,8	73,4	71,4	66,1	62,1	58,8
6	100	88,1	85,4	84,7	83,4	82,4	80,7	79,3	66,8	65,8	62,7	54,6
7	100	93,3	87,8	86,2	84,6	82,3	79,5	78,7	70,5	67,3	63,4	58,3
8	100	91,2	85,8	84,5	83,3	81,2	79,1	77,8	71,1	66,9	59,8	54,8
9	100	88,7	82,5	81,8	81,0	78,5	77,7	77,0	76,3	70,8	62,0	59,1
10	100	88,9	81,0	80,1	78,6	75,6	74,4	73,2	70,2	67,5	60,5	58,1
11	100	90,6	83,7	82,7	82,0	80,3	78,2	77,2	68,2	64,0	56,7	52,8
12	100	93,1	88,3	86,5	85,8	81,8	80,7	79,6	75,2	70,4	62,8	58,8
13	100	85,3	82,0	80,1	77,9	76,5	75,7	74,6	62,9	59,6	50,4	47,8
14	100	88,6	82,6	80,5	78,9	78,2	—	—	71,8	66,1	60,7	56,7
15	100	83,6	80,5	78,2	75,5	73,6	72,7	72,3	63,2	58,6	53,6	—
16	100	91,1	85,8	85,4	82,9	76,4	75,2	74,4	70,7	66,7	57,3	
17	100	83,7	78,5	76,1	71,2	68,4	67,0	65,6	62,5	58,7	50,7	+
18	100	86,5	81,5	78,4	76,5	75,5	72,1	70,2	63,9	58,3	53,6	—
19	100	95,5	88,0	86,9	85,9	84,2	82,8	82,1	73,9	70,4	64,6	—
20	100	91,4	87,0	85,5	84,6	84,3	83,0	81,8	75,9	73,5	67,3	—

Tabelle 6.

Gewichte der zweiten Gruppe.

Exemplar Nr.	15. V.	18. V.	21. V.	24. V.	4. VI.	14. VI.	5. VII.	26. VII.
21	18,6	18,1	17,2	16,9	16,6	16,4	15,9	15,5
22	21,7	21,5	20,8	20,0	19,2	19,0	18,0	17,6
23	17,3	17,3	17,3	17,0	16,6	16,0	15,2	14,9
24	24,1	23,4	23,1	22,8	22,3	22,0	21,3	20,6
25	20,8	20,6	20,6	19,9	19,1	18,6	18,0	17,8
26	19,1	18,8	18,5	17,8	17,3	17,0	16,5	16,0
27	17,5	17,2	16,7	16,3	15,3	15,0	14,0	13,0
28	19,7	19,0	18,9	18,4	17,6	17,1	16,0	15,6
29	17,2	16,2	15,6	15,2	14,5	14,4	13,8	+
30	16,8	15,5	15,1	14,9	14,6	14,3	—	—

Tabelle 7.

Gewichte der zweiten Gruppe ausgedrückt in Prozenten des ursprünglichen Gewichtes.

Exemplar Nr.	15. V.	18. V.	21. V.	24. V.	4. VI.	14. VI.	5. VII.	26. VII.
21	100	97,3	92,5	90,9	89,2	88,2	85,5	83,3
22	100	99,1	95,9	92,2	88,5	87,6	82,9	81,1
23	100	100	100	98,3	96,0	92,5	87,9	86,1
24	100	97.1	95,9	94,6	92,5	91,3	88,4	85,5
25	100	99,0	99,0	95,7	91,3	89,4	86,5	85,6
26	100	98,4	96,9	93,2	90,6	89,0	86,4	83,8
27	100	98,3	95,4	93,1	87,4	85,7	80,0	74,3
28	100	96,4	95,9	93,4	89,3	86,8	81,2	79,2
29	100	94,2	90,7	88,4	84,3	83,7	80,2	+
30	100	92,3	89,9	88,7	86,9	85,1	—	—

um den vierfachen Betrag in Prozenten des Anfangsgewichtes. Während der 70 Tage, die die erste Gruppe im Hungerzustand verbrachte, verminderte Exemplar Nr. 9 sein Gewicht auf 59,1% des anfänglichen Betrages, Nr. 13 dagegen auf 47,8% des ursprünglichen Gewichtes. Ähnliche Verschiedenheiten zeigt die zweite Gruppe. Hier nahm Nr. 23 zunächst so wenig ab, daß der Verlust bei den auf 0,1 g abgerundeten Wägungsergebnissen nicht zum Ausdruck kommt. Nr. 30 dagegen verlor in den ersten drei Tagen bereits 1,3 g, d. h. 7,7% seines Anfangsgewichtes. Während der ganzen Dauer des Versuchs verlor Nr. 23 nur 13,9% seines ursprünglichen Gewichtes, Nr. 27 dagegen nicht weniger als 25,7%.

Außer diesen individuellen Verschiedenheiten bemerkt man noch andere Unregelmäßigkeiten. Wenn man jedes einzelne Individuum für sich betrachtet, zeigt sich, daß die Gewichtsabnahme in gleichen aufeinanderfolgenden Zeiträumen recht verschieden sein kann. Bei der ersten Gruppe gilt für alle Exemplare mit Ausnahme von Nr. 19 die Regel, daß die bei weitem stärkste Abnahme am ersten Tage erfolgt. Abgesehen von dieser einen Regel kann man wenig Allgemeingültiges über den Gewichtsverlust der einzelnen Individuen sagen. Nüsslin hat bereits auf die Unregelmäßigkeit hingewiesen, mit der das Gewicht der Tiere abnimmt. Wie groß diese Unregelmäßigkeit ist, kann man an folgenden Beispielen sehen. Nr. 9 verlor in den 11 Tagen vom 24. Mai bis zum 4. Juni 0,7% seines Anfangsgewichtes, in den folgenden 10 Tagen, bis zum 14. Juni dagegen nicht weniger als 5,5%. In den

folgenden 21 Tagen verlor es weitere 7,2% und in wieder 21 Tagen noch einmal 2,9%. Daß Feuchtigkeits- und Temperaturverhältnisse in diesem Falle nicht die Ursache für das merkwürdige Verhalten sein konnten, zeigt das direkt entgegengesetzte Verhalten von Nr. 6 während derselben Zeit. Nr. 6 hatte am 24. Mai noch 79,3% seines Anfangsgewichtes, am 4. Juni noch 66,8% (Verlust: 12,5%), am 14. Juni 65,8% (Verlust: 1%) am 5. Juli 62,7% (Verlust: 3,1%), am 26. Juli 54,6% (Verlust: 51%).

Ganz ähnliche Unregelmäßigkeiten zeigt die zweite Gruppe, nur mit dem Unterschiede, daß hier das Verhalten auch schon bei Beginn des Versuchs keine Gleichförmigkeit erkennen läßt. Die Unregelmäßigkeit tritt besonders deutlich hervor bei den Exemplaren Nr. 22, 23 und 25. Auch hier sind die Gewichtsverluste, die in gleichen aufeinanderfolgenden Zeiträumen von einem Tier erlitten wurden, zum Teil außerordentlich verschieden, wie eine genauere Betrachtung der Tabellen zeigt.

Die Unregelmäßigkeiten sind sicher zum Teil darauf zurückzuführen, daß die Tiere nicht ständig genau den gleichen äußeren Bedingungen unterworfen waren, haben jedoch wahrscheinlich auch noch andre Ursachen.

Nüsslin behauptet, wie schon früher erwähnt wurde, daß die Gewichtsverluste während gleicher Zeiten den ursprünglichen Gewichten umgekehrt proportional zu sein »scheinen«. Er fügt aber hinzu: »Freilich ist diese Regel nicht ohne Ausnahme, sie läßt sich bei den Nacktschnecken mit größerer Sicherheit erkennen« (S. 25—26).

Das Verhalten meiner Versuchstiere kann diese Ergebnisse nicht stützen. Für eine Reihe von Exemplaren trifft es zwar zu, daß Anfangsgewicht und Gewichtsverlust in umgekehrtem Verhältnis zueinanderstehen, so etwa für die Exemplare Nr. 5, 10, 15, 25, 27. Man kann aber auch bei zahlreichen Exemplaren das Gegenteil wahrnehmen, z. B. bei Nr. 1, 3, 7, 23. Hier entspricht einem hohen Anfangsgewicht starke Gewichtsabnahme, einem niedrigen Anfangsgewicht geringe Abnahme. In der ersten Gruppe hat Nr. 9 den geringsten, Nr. 13 den stärksten Gewichtsverlust erlitten. Beide Exemplare hatten sehr ähnliche Anfangsgewichte, 27,4 g und 27,2 g. Ihr Verhalten spricht also auch gegen eine direkte Beziehung zwischen Körpergewicht und Gewichtsverlust.

Da die Wägungsergebnisse Nüsslins auch nicht als beweisend für die Richtigkeit seiner Vermutung angesehen werden können, liegt kein ausreichender Grund vor, bei gleichem anfänglichem Feuchtigkeitsgehalt

einen Zusammenhang zwischen der Größe einer Weinbergschnecke und dem Gewichtsverlust, den sie durch Austrocknen erleidet, anzunehmen.

Anders liegt die Sache bei *Arion empiricorum*. Hier sind zunächst die Wägungsergebnisse Nüsslins viel überzeugender. Außerdem wird die von Nüsslin erwähnte Gesetzmäßigkeit auch durch theoretische Erwägungen wahrscheinlich gemacht. Der Wasserverlust durch Verdunstung an der Körperoberfläche ist bei kleinen Exemplaren relativ größer, weil die Ausdehnung der Oberfläche, die ja bei der Verdunstung die Hauptrolle spielt, bei kleinen Tieren im Vergleich zum Gewicht größer ist als bei großen Tieren. Infolgedessen ist hier eine Abhängigkeit des Gewichtsverlustes von dem Anfangsgewicht von vornherein sehr wahrscheinlich. Bei *Helix* ist dagegen durch das Vorhandensein der Schale ein wesentlicher Unterschied gegeben, der bei der Beurteilung der Frage nicht übersehen werden darf.

Auch die weitere Erfahrung Nüsslins, daß die Tiere in den ersten 3 Tagen meist ebensoviel abnahmen, wie in den folgenden 42 Tagen, besitzt keine allgemeine Gültigkeit. Es kommt ganz darauf an, bei welcher Witterung die Schnecken gesammelt werden. Sucht man sie bei einigermaßen trockenem Wetter, es braucht nur einen Tag nicht geregnet zu haben, dann ist die Abnahme in der Regel sehr viel geringer. Auch die Tiere, die man bei Regenwetter sammelt, zeigen vielfach eine geringere Abnahme, wie aus Tabelle 2 hervorgeht. Dort gilt die Erfahrung Nüsslins mit ziemlicher Genauigkeit für die Exemplare Nr. 5, 9, 10, 14, für viele andre dagegen nicht.

Der Gewichtsverlust in den ersten Tagen hängt fast ausschließlich ab von dem Wassergehalt, den die Tiere zu Beginn des Versuchs besitzen, und dieser Wassergehalt ist auch bei Regen nicht bei allen Exemplaren der gleiche. Sehr viel geringer ist er aber bei trockenem Wetter. Der Unterschied im Verhalten der Schnecken geht deutlich aus den Tabellen für die beiden Gruppen hervor, denen sowohl Exemplare zugrunde liegen, die bei sehr nassem Wetter gesammelt wurden (erste Gruppe), als auch solche, die bei großer Trockenheit gefunden wurden (zweite Gruppe).

Die Exemplare beider Gruppen hatten etwa gleich große Gehäuse. Trotzdem war ihr Anfangsgewicht sehr verschieden. Der Vergleich wird durch Berechnung der Durchschnittsgewichte wesentlich erleichtert. Sie sind auf den Tabellen 8 und 9 für beide Gruppen angegeben, und zwar wurden nur die Exemplare Nr. 1—14 und Nr. 21—28 berücksichtigt, weil von den übrigen nicht alle Wägungsergebnisse vorliegen.

Tabelle 8.

Durchschnittsgewichte der ersten Gruppe.

	17. V.	18. V.	19. V.	20. V.	21. V.	22. V.	23. V.	24. V.	4. VI.	14. VI.	5. VII.	26. VII.
Durchschnittsgew.	29,0	25,8	24,3	23,9	23,5	22,8	22,4	22,1	20,1	19,0	17,3	16,1
Dasselbe in % des urspr. Gewichtes	100	89,0	83,8	82,4	81,0	78,6	77,2	76,2	69,3	65,5	59,7	55,5

Tabelle 9.

Durchschnittsgewichte der zweiten Gruppe.

	15. V.	18. V.	21. V.	24. V.	4. VI.	14. VI.	5. VII.	26. VII.
Durchschnittsgew.	19,9	19,5	19,1	18,6	18,0	17,6	16,9	16,4
Dasselbe in % des urspr. Gewichtes	100	98,0	96,0	93,5	90,5	88,4	84,9	82,4

Aus diesen Tabellen gehen die Unterschiede zwischen beiderlei Exemplaren schon mit großer Deutlichkeit hervor. Noch schärfer treten die wesentlichen Punkte hervor, wenn man versucht, die Gewichtsabnahme graphisch darzustellen, wie es in Fig. 1—3 geschehen ist.

Fig. 1 stellt den Verlauf der Kurve dar, die man erhält, wenn man die Ergebnisse der Wägungen in einem Koordinatensystem so abträgt, daß die Abszisse jedes Punktes durch das Datum der Wägung bestimmt wird, die Ordinate durch das Durchschnittsgewicht der ersten Gruppe; schließlich sind die so erhaltenen Punkte zu verbinden.

Fig. 2 soll die Gewichtsabnahme der ersten Gruppe in den ersten Tagen genauer veranschaulichen. Sie ist ein vergrößerter Ausschnitt aus Fig. 1. Als Nullpunkt des Koordinatensystems wurde der Punkt gewählt, der einem Gewicht von 20 g entspricht.

Fig. 3 entspricht ganz der Fig. 1, nur daß alles auf die zweite Gruppe von Weinbergschnecken bezogen ist.

Die Kurven zeigen, daß guter Ernährungszustand und großer Wassergehalt, die ja beide in einem hohen Anfangsgewicht zum Ausdruck kommen, von ausschlaggebender Bedeutung für das weitere Verhalten der Tiere sind. Werden ihnen Nahrung und Wasser entzogen, dann erfolgt die Herabsetzung der Wasserabgabe und des Stoffwechsels

nicht sogleich, sondern erst dann, wenn das Körpergewicht auf einen gewissen Betrag gesunken ist. Die bedeutenden Änderungen im Gewicht, welche durch Entziehung oder Zufuhr von Wasser bereits im Laufe eines Tages hervortraten, hat schon R. Dubois (13) erwähnt.

Fig. 1.

Die Kurve fällt bei Beginn der Hungerperiode sehr steil ab, nähert sich dann mehr und mehr einem horizontalen Verlauf, behält jedoch stets eine gewisse Neigung zur Abszisse bei. Die zweite Gruppe zeigte, wie aus Fig. 3 hervorgeht, von Anfang an ein Verhalten, das mit dem der ersten Gruppe im späteren Verlauf des Versuchs große Ähnlichkeit hat. Man kann mit Sicherheit annehmen, daß die zweite Gruppe vor Beginn des Versuchs, als sie sich bei trockenem Wetter im Freien befand, eine ähnliche Abnahme erfahren hatte, wie die erste Gruppe zu Anfang des Versuchs.

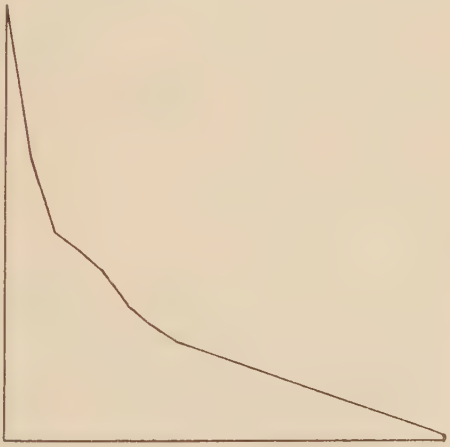

Fig. 2.

Wenn die äußeren Bedingungen, denen die Tiere während der Dauer des Versuchs unterworfen waren, auch nicht bis in alle Einzelheiten mit den Bedingungen übereinstimmen, unter denen im Freien Hungerperioden überdauert werden, so darf man doch den Hauptergebnissen allgemeine Gültigkeit zusprechen.

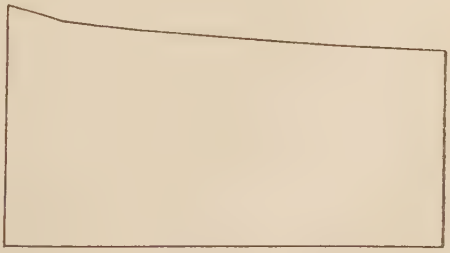

Fig. 3.

Diese sind 1) erhebliche individuelle Verschiedenheiten, 2) besonders starke Gewichtsabnahme zu Beginn einer Hunger- und Trockenperiode, insbesondere am ersten Tage, 3) Unregelmäßigkeit in der Gewichtsabnahme im späteren Verlauf der Hungerperiode.

Interessant ist ein Vergleich zwischen den Beträgen der Gewichtsabnahme während einer Hungerstarre und den entsprechenden für die Winterruhe gewonnenen Zahlen. Es zeigte sich, daß in gleichen Zeiträumen der Verlust in den Sommermonaten ein Vielfaches von dem in den Wintermonaten ausmacht.

Der Temperaturunterschied ist dabei offenbar nicht ohne Bedeutung. Doch zeigt ein Vergleich zwischen den Tabellen 2 (S. 142) und 8 (S. 152), daß auch in dem Fall, wo die mittlere Temperatur etwa die gleiche war, sehr erhebliche Unterschiede existieren. Die erste Zeit der Hungerperiode darf man allerdings wohl nicht in Betracht ziehen, da eine ähnlich starke Gewichtsabnahme jedenfalls auch vor Eintritt in die Winterruhe stattfindet, wenn die Schnecken, ehe sie sich einkapseln, alle überflüssigen Stoffe abscheiden. Doch ist selbst gegen Ende der Trockenstarre, etwa in den 3 Wochen vom 5. bis 26. Juli, die durchschnittliche Abnahme (in Prozenten des Gewichts am 5. Juli ausgedrückt) mehr als zweieinhalbmal so groß als die mittlere Abnahme der andern Exemplare in den 4 Wochen vom 10. Dezember bis zum 7. Januar. Die Zahlen sind 6, 9% und 2,6%. Eine Aufklärung über die Ursache dieses Unterschiedes erhält man, wenn man zum Vergleich das Exemplar Nr. 4 der Tabelle 2 heranzieht. Dieses hatte bald nach Beginn der Wägungen sein Epiphragma abgestoßen und nahm nun bedeutend rascher ab als die andern Exemplare der gleichen Versuchsgruppe. Sein Gewicht zeigt ganz ähnliche Änderungen wie das andrer Exemplare im späteren Verlauf einer Hungerstarre im Sommer. Man muß daraus schließen, daß bei gleichen äußeren Verhältnissen der Unterschied in der Gewichtsabnahme zwischen Winterruhe und Trockenstarre hauptsächlich auf das Vorhandensein des Kalkdeckels im ersten Fall zurückzuführen ist.

Einige Exemplare wurden noch länger im Hungerzustand gehalten. Nr. 10 beispielsweise zeigte am 26. Oktober ein Gewicht von 16,9 g, am 25. November nach einer Hungerperiode von mehr als einem halben Jahr, 16,0 g, d. h. 48,8% des Anfangsgewichtes. Es hatte sein Volumen so stark reduziert, daß die letzte Schalenwindung zum größten Teil leer war. Bei der Präparation dieses Exemplares zeigte sich, daß alle inneren Organe stark abgenommen hatten; in besonders hohem Maße waren Speicheldrüsen, Magen, Leber und Eiweißdrüse reduziert, weniger stark

die Niere. Daß der Wasservorrat immer noch ziemlich groß war, ging aus der sehr erheblichen Schleimabsonderung während der Präparation hervor.

c. Die Gewichtsabnahme bei Nahrungsmangel und Wasserzufuhr.

Wenn die Gewichtsabnahme auch zum allergrößten Teil auf langsames Austrocknen der Tiere zurückzuführen ist, so darf man doch nicht außer Acht lassen, daß gleichzeitig die Reservestoffe, die in den Tieren aufgespeichert sind, verbraucht werden. Ihr Gewicht nach Abzug ihres Wassergehaltes ist zwar relativ klein; trotzdem befähigen sie die Tiere in erster Linie zum Überleben einer längeren Hungerperiode.

Wie wenig es der Weinbergschnecke nützt, wenn sie während einer Hungerperiode Gelegenheit zur Wasseraufnahme hat, geht aus dem Verhalten der sechs Exemplare Nr. 31—36 hervor (dritte Gruppe). Sie wurden zusammen mit den Individuen Nr. 37—41 (vierte Gruppe) am 18. Juni 1912 bei Regenwetter gefunden.

Die dritte Gruppe wurde in ein schräg gestelltes Gefäß gebracht, dessen Boden zum Teil mit Wasser bedeckt war. Außerdem wurden die Tiere häufig mit Wasser besprengt. Merkwürdigerweise wurden sie nie am Wasser, sondern stets an der Wand des Gefäßes gefunden. Sie bewegten sich lebhaft umher, besonders kurz nachdem sie mit Wasser besprengt worden waren. Gelegentlich setzten sie sich auch fest und schieden feine Schutzmembranen ab, kamen aber bald wieder aus der Schale hervor. Ihre Gewichte sind in Tabelle 10 angegeben.

Tabelle 10.

Gewichte der dritten Gruppe.

Exemplar Nr.	18. VI.	21. VI.	24. VI.	27. VI.	30. VI.	6. VII.	12. VII.	18. VII.	24. VII	30. VII.	Dasselbe in % d. urspr. Gew.	17. IX.
31	23,7	22,3	22,3	21,4	19,4	21,3	20,3	18,7	17,4	17,1	72,2	16,8
32	29,3	29,1	28,9	28,5	26,5	25,1	26,1	24,8	24,2	24,1	82,3	22,0
33	18,8	16,5	17,5	16,2	15,8	16,0	15,4	14,1	13,4	13,2	70,2	+
34	22,5	18,3	19,4	17,4	16,5	15,5	15,7	15,4	15,0	15,5	68,9	+
35	24,7	23,1	21.8	19,8	19,0	18,6	18,7	17,4	17,4	17,5	70,9	+
36	20,3	18,2	17,4	18,0	19,3	20,7	17,1	16,6	16,9	17,1	84,2	+
Durchschnitt	23,2	21,3	21,2	20,2	19,4	19,7	18,9	17,8	17,4	17,4	75,0	
Dasselbe in % des ursprüng. Gewichts	100	91,8	91,4	87,1	83,6	84,9	81,5	76,7	75,0	75,0		

Die vierte Gruppe, bestehend aus fünf Exemplaren, wurde vergleichsweise ohne Nahrung und ohne Wasser gehalten. Ihre Gewichte sind in Tabelle 11 angegeben.

Tabelle 11.

Gewichte der vierten Gruppe.

Exemplar Nr.	18. VI.	21. VI.	24. VI.	27. VI.	30. VI.	6. VII.	12. VII.	18 VII.	24. VII.	30. VII.	Dasselbe in % d. urspr. Gew.	17. IX.
37	27,7	23,6	22,9	21,7	21,5	21,4	21,1	20,8	20,5	20,3	73,3	15,5
38	26,5	24,2	22,6	21,4	21,1	20,6	20,0	19,6	19,4	19,2	72,5	15,7
39	20,0	19,0	16,7	15,5	14,9	14,2	13,6	13,3	12,7	12,5	62,5	9,6
40	28,3	23,7	21,7	20,5	20,3	19,8	19,3	18,7	17,9	17,8	62,9	15,1
41	28,0	22,7	21,5	20,5	20,1	19,7	19,3	18,9	18,5	18,2	65,0	14,3
Durchschnitt	26,1	22,6	21,1	19,9	19,6	19,1	18,7	18,3	17,8	17,6	67,4	14,0
Dasselbe in % des ursprüng. Gewichts	100	86,8	80,8	76,2	75,1	73,2	71,6	70,1	68,2	67,4		53,6

Die vorletzte Vertikalspalte beider Tabellen gibt die Gewichte am 30. Juli an, ausgedrückt in Prozenten des Anfangsgewichts. In der vorletzten Horizontalspalte sind die durchschnittlichen Gewichte beider Gruppen an den betreffenden Tagen angegeben, in der letzten Horizontalspalte dieselben Gewichte ausgedrückt in Prozenten der Anfangsgewichte.

Die Gewichtsänderungen im Durchschnitt sind für beide Gruppen in Fig. 4 (dritte Gruppe) und Fig. 5 (vierte Gruppe) graphisch dargestellt, und zwar in ganz analoger Weise wie das auch für die erste und zweite Gruppe geschehen ist.

Während Fig. 5, wie das nicht anders zu erwarten war, weitgehende Übereinstimmung mit Fig. 1 zeigt, hat Fig. 4 ein wesentlich verschiedenes Aussehen. Im ganzen ist zwar auch eine nicht unerhebliche Gewichtsabnahme festzustellen; doch betrug das durchschnittliche Gewicht am 30. Juli immerhin noch 75,0% des Anfangsgewichtes, während es in der gleichen Zeit bei der vierten Gruppe auf 67,4 des Anfangsbetrages gesunken war; zweitens fällt der unregelmäßige Verlauf der Kurve in Fig. 4 auf. Er kommt daher, daß die Tiere in gewissen Zwischenräumen ihren Wasservorrat wieder ergänzten und dann einige Zeit ohne Wasseraufnahme verharrten. Da nicht alle Exem-

plare gleichzeitig Wasser aufnahmen, kommen die Schwankungen bei Berücksichtigung der durchschnittlichen Gewichte nicht scharf zum Ausdruck. Besser treten sie schon hervor, wenn man die Gewichte der einzelnen Individuen betrachtet. Doch ist auch hier durch die Zeitpunkte der Wägungen eine gewisse Willkürlichkeit in die Beobachtungen gebracht worden. Der genaue Verlauf der Gewichtskurve eines Exemplares würde jedenfalls noch viel mehr und viel stärkere Schwankungen aufweisen, als man bei einer derartigen Versuchsanordnung feststellen kann.

Auffallend ist, daß von den sechs Exemplaren der dritten Gruppe vier während der Dauer des Versuchs zugrunde gingen, während alle Exemplare der vierten Gruppe am 17. September noch lebten. Es ist

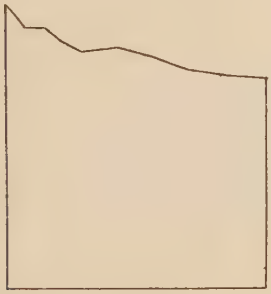

Fig. 4.

Fig. 5.

kaum denkbar, daß das auf einem Zufall beruht. Man darf infolgedessen schließen, daß eine Hungerperiode leichter überstanden werden kann, wenn sie mit Wassermangel verbunden ist, als wenn zwischendurch eine Wasseraufnahme möglich ist. Zu demselben Schluß kommt man durch eine einfache Überlegung. Die Weinbergschnecke wird durch Feuchtigkeit zu intensiven Lebensäußerungen, vor allem zu lebhaftem Umherkriechen veranlaßt. Das wurde bei der dritten Gruppe auch noch im August und September beobachtet. Mit dieser Bewegung ist natürlich ein relativ starker Stoffwechsel verbunden. Die Reservestoffe werden viel schneller aufgebraucht, d. h. die Lebensfähigkeit schwindet viel schneller, als wenn das Tier ruhig, mit schützenden Membranen verschlossen in irgend einem Winkel liegt.

Bei dieser Gelegenheit sei auch erwähnt, daß die Aufnahme von Holzfaserstoff, der in Form von Filtrierpapier gern gefressen wird, keine nachweisbare Änderung im Verhalten der Schnecken bewirkte.

Sie fraßen zwar große Mengen von feuchtem Filtrierpapier, zeigten aber dieselben Wägungsergebnisse wie die Exemplare, die nur Wasser erhielten. Das stimmt überein mit der Beobachtung von W. Biedermann und P. Moritz (6), wonach Filtrierpapier nicht von den Verdauungssäften der Weinbergschnecke angegriffen wird.

d. Die Gewichtsabnahme in trockener Atmosphäre.

Über das Verhalten in trockener Atmosphäre macht W. Kochs (26) eine kurze Mitteilung. Er beobachtete eine schnellere Gewichtsabnahme unter ständiger Membranbildung und einen früheren Tod als in gewöhnlicher Atmosphäre. Seine Versuche erstrecken sich jedoch nur über zwei Exemplare, von denen nur eins bis zum Absterben beobachtet wurde.

Ich habe zwei Gruppen von je sechs ausgewachsenen Exemplaren längere Zeit in trockener Atmosphäre beobachtet und ihre Gewichte in bestimmten Zwischenräumen festgestellt. Die erste Gruppe umfaßt solche Exemplare, die seit Herbst 1912 keine Nahrung und kein Wasser mehr aufgenommen hatten. Ihre Schalenöffnung war bis zum Beginn des Versuchs am 30. April 1913 durch das Epiphragma verschlossen. An diesem Tage wurden sämtliche Membranen entfernt und die Tiere in ein großes, dicht verschließbares Glasgefäß gebracht, in dem ein kleines Glas mit wasserfreiem Chlorkalzium stand. Die Tiere krochen zunächst einige Tage umher. Das ist offenbar darauf zurückzuführen, daß die Luft trotz des Chlorkalziums anfangs nicht ganz trocken gehalten wurde. Die Schnecken gaben erhebliche Schleimmengen ab, so daß die Feuchtigkeit nicht rasch genug absorbiert werden konnte. Auf diese Weise befanden sich die Tiere zunächst in einer Atmosphäre, deren Feuchtigkeitsgrad wohl nicht sehr verschieden war von dem, welchen die äußere Luft an feuchten Tagen hat. Bald wurde die Wasserabgabe jedoch wesentlich geringer, und die eingeschlossene Atmosphäre erreichte die gewünschte Trockenheit. Die Versuchstiere hefteten sich mit häutigen, vielfach auch mit kalkhaltigen Membranen an der Gefäßwand fest oder blieben am Boden liegen und schieden Membranen ab. Die Membranen wurden stets entfernt, aber häufig wieder neugebildet. Exemplar Nr. 2 bildete im Laufe von 2 Monaten etwa elf Membranen. Die Ergebnisse der Wägungen sind auf Tabelle 12 (S. 159) angegeben.

Beim Vergleich dieser Gewichte mit den auf Seite 147 angegebenen fällt die größere Regelmäßigkeit auf, mit der die Gewichtsabnahme in trockener Atmosphäre verläuft. Nicht nur die Durchschnittszahlen

Tabelle 12.

Exempl. Nr.	30. IV.	2. V.	4. V.	8. V.	16. V.	24. V.	5. VI.	17. VI.	29. VI.
1	23,13	22,55	21,93	21,10	20,64	20,27	+		
2	19,96	19,20	18,85	17,94	17,56	17,15	16,53	15,38	14,59
3	15,53	15,30	15,04	14,69	14,43	14,15	13,53	13,17	11,76
4	25,25	24,27	23,70	22,57	21,98	21,56	20,78	19,31	+
5	22,50	21,58	21,35	21,23	20,82	20,20	19,42	18,60	18,26
6	22,03	21,44	21,16	20,92	20,64	20,34	19,18	17,89	+
Durchschnitt	21,40	20,72	20,34	19,74	19,35	18,95			

zeigen etwa vom 8. Tage an ein regelmäßiges Sinken, sondern auch für die Einzelexemplare besteht kein großer Unterschied zwischen der Gewichtsabnahme vom 8. bis 18. Mai und der vom 16. bis 24. Mai. Im weiteren Verlauf des Versuches werden die Verschiedenheiten wieder größer. Das hängt zum Teil damit zusammen, daß kurz vor dem Tode eines Individuums eine besonders starke Gewichtsabnahme zu beobachten ist. Exemplar Nr. 3 beispielsweise war am 30. Juni tot. Darauf ist das auffallend geringe Gewicht am 29. Juni jedenfalls zurückzuführen. Exemplar Nr. 4, das am 17. Juni ein auffallend geringes Gewicht besaß, ging bis zum 20. Juni zugrunde. Bei Exemplar Nr. 2 konnte ich die stärkere Abnahme in den letzten Tagen vor dem Tode besonders deutlich wahrnehmen. Vom 29. Juni ab wurden bei diesem Individuum die Wägungen alle 2 Tage vorgenommen.

Die Resultate waren

17. VI.	29. VI.	1. VII.	3. VII.	5. VII.	7. VII.
15,38	14,49	14,26	13,90	13,52	+

Am 7. Juli war das Exemplar tot. In den 6 Tagen vom 29. Juni bis zum 5. Juli hatte es um einen größeren Betrag abgenommen als in den 12 vorhergehenden Tagen.

Die graphische Darstellung der Durchschnittsgewichte bis zum 24. Mai zeigt Fig. 8.

Die stärkere Abnahme zu Anfang des Versuches ist auf das Um-

herkriechen der Tiere zurückzuführen. Der Mißstand, daß diese Gruppe nicht von Anfang an einer trockenen Atmosphäre ausgesetzt war, wurde bei einer zweiten Gruppe von Versuchstieren dadurch beseitigt, daß diesmal nicht nur ein mit Chlorkalzium gefülltes Glasgefäß in ihren Aufenthaltsraum (wieder ein großes Glasgefäß) gestellt wurde, sondern außerdem ein ständiger durch Ätznatron und Chlorkalzium getrockneter Luftstrom hindurchgeleitet wurde. Erst nach 9 Tagen wurde der Luftstrom unterbrochen und die Tiere wie beim ersten Versuch weiter behandelt. Die Exemplare hatten seit der Winterruhe Gelegenheit zur Nahrungsaufnahme gehabt und befanden sich etwa in einem mittleren Ernährungszustand. Ihre Membranen wurden nicht wie bei der ersten Gruppe jedesmal entfernt, sondern nur gelegentlich bei den Wägungen durch Abreißen der Tiere von der Gefäßwand verletzt. Ursprünglich war die Zahl der Versuchsexemplare acht. Von diesen wurden jedoch vergleichsweise zwei Exemplare (Nr. 7 und 8) vom 3. Tag ab in einem mit Wasserdampf gesättigten Raum gehalten.

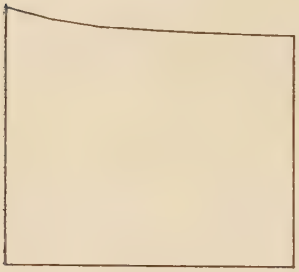

Fig. 6.

Von den beiden Exemplaren hatte Nr. 7 bis dahin eine relativ schwache, Nr. 8 eine relativ starke Abnahme erfahren. Die Gewichte sind auf folgender Tabelle angegeben.

Tabelle 13.

Exempl. Nr.	20. V.	22. V.	24. V.	26. V.	28. V.	5. VI.	13. VI.	25. VI.	7. VII.
1	26,70	24,32	22,88	21,16	20,50	19,65	18,92	17,51	15,45
2	25,18	22,03	20,73	19,41	18,59	17,85	17,47	16,67	+
3	29,05	25,40	24,17	23,20	22,31	21,18	20,18	19,67	18,60
4	24,75	19,86	18,79	18,02	17,87	+ 5. VI.			
5	21,17	19,16	18,09	17,64	17,17	15,64	+ 7. VI.		
6	24,98	22,52	21,19	20,33	19,88	18,09	17,46	+ 25. VI.	
7	25,85	23,65	22,78	22,44	22,22	20,79	19,32	18,71	+
8	25,54	21,51	20,52	20,03	19,50	18,22	17,08	17,59	+

Die Berechnung von Durchschnittswerten mußte infolge des frühen Absterbens einiger Exemplare wegfallen. Auch hier ist die

Gleichmäßigkeit der Gewichtsabnahme viel größer als etwa auf der auf S. 147 angegebenen Tabelle. Und zwar trifft das sowohl für die in trockener als auch für die in feuchter Luft gehaltenen Exemplare zu. Daß bei diesem Versuch die Exemplare im allgemeinen rascher zugrunde gingen als bei den früheren, obgleich sie bereits Gelegenheit zur Nahrungsaufnahme gehabt hatten, hängt wohl in erster Linie damit zusammen, daß bei den Exemplaren, die zu dem ersten Versuch verwandt wurden, der intensive Stoffwechsel der Sommermonate überhaupt noch nicht begonnen hatte und es sich also im wesentlichen nur um eine künstliche Verlängerung der Winterruhe unter besonders ungünstigen Bedingungen handelte.

Im Vergleich zu der Abnahme der beiden in feuchter Atmosphäre gehaltenen Exemplare erscheint die der übrigen auffallend gering. Der scheinbare Widerspruch erklärt sich jedoch von selbst, wenn man berücksichtigt, daß die in feuchter Luft befindlichen Exemplare besonders am Anfang, aber auch später noch von Zeit zu Zeit in ihrem Behälter umherkrochen und dabei Schleim abgaben.

4. Das Wiederaufleben.

a. Die Ursache des Auskriechens.

Das Auskriechen einer im Ruhezustand, gleichgültig ob Winterruhe oder Trockenstarre, befindlichen Weinbergschnecke wird nur durch äußere Einflüsse verursacht und kann daher jederzeit hervorgerufen werden. Diese Behauptung scheint mit dem auf Seite 137—139 Gesagten im Widerspruch zu stehen, wonach eine längere Unterbrechung der Winterruhe auch durch sehr günstige äußere Bedingungen kaum möglich ist. Dennoch lassen sich beide Aussagen vereinen. Das Abstossen der verschiedenen Membranen kann zwar leicht jederzeit bewirkt werden. Doch folgt darauf im Winter nur ein sehr schwaches Leben, das bald wieder in vollkommene Ruhe übergeht. Nur in der günstigen Jahreszeit findet ein rascher Übergang zur vollen Lebenstätigkeit statt. Ein Unterschied besteht also nicht in der unmittelbaren Reaktion auf die veränderten äußeren Bedingungen, sondern erst im späteren Verhalten. Das Auskriechen ist bei passender Versuchsanordnung stets zu beobachten.

Um die einzelnen Faktoren zu erkennen und richtig zu bewerten, die das Verhalten der Weinbergschnecke bedingen, ist es notwendig einen kurzen Blick auf die äußeren Einflüsse zu werfen, unter denen sie normalerweise ihre wichtigen Lebensfunktionen vollzieht. Diese Einflüsse sind hauptsächlich Wärme und Feuchtigkeit. Die intensivste

Lebenstätigkeit kann man während und kurz nach warmen Regen beobachten. Niedere Temperatur und geringe Feuchtigkeit bewirken unter allen Umständen, auch bei reichlichem Nahrungsvorrat, einen Übergang in den Ruhezustand.

Man kann infolgedessen vermuten, daß Wärme und Feuchtigkeit auch die Faktoren sind, die das Auskriechen verursachen, eine Vermutung, die durch zahlreiche Beobachtungen vollkommen bestätigt ist.

Zunächst ist einiges über die Bedeutung der Temperatur zu sagen. In der Jahreszeit, in welche das intensive Leben der Weinbergschnecken fällt, beträgt sie kaum weniger als 8—10°. Man muß also annehmen, daß innerhalb der Grenzen von 10° und etwa 20—25° die günstigsten Temperaturverhältnisse für die Weinbergschnecke herrschen. Gaspard hat an einem Exemplar nach Entfernung des Epiphragmas während der Wintermonate beobachtet, daß bei 12—15°, ebenso bei 8—10° R Nahrung aufgenommen wurde, während die Nahrungsaufnahme bei 3—6° R unterblieb. Steigerung der Temperatur bewirkt, wenn sie sich in gewissen Grenzen bewegt, graduelle, nicht aber wesentliche Unterschiede im Verhalten der Weinbergschnecke.

Die Wärme allein kann ein Auskriechen nicht bewirken. Das hat bereits Gaspard erkannt. Seine Versuche, die Winterruhe dadurch zu unterbrechen, daß er die Tiere längere Zeit einer trockenen Wärme von 15—30° aussetzte, hatten alle ein negatives Ergebnis. Dagegen fand er, daß andre Exemplare im April und Mai bereits bei 8° auskrochen. Auch wenn er Exemplare zunächst in Wasser tauchte und dann einer Temperatur von 20° aussetzte, stießen sie ihren Deckel ab. Ein Auskriechen erfolgte sogar mitten im Winter, wenn er die Tiere bei 12—13° in eine feuchte Atmosphäre brachte.

Diese Versuche lassen bereits vermuten, daß innerhalb gewisser Temperaturgrenzen die Feuchtigkeit von ausschlaggebender Bedeutung für das Verhalten der Weinbergschnecke ist. Mitteilungen, die mit dem Gesagten übereinstimmen, wurden von einer Reihe von Forschern gemacht, von denen A. Moquin-Tandon (41), C. A. Récluz (46), E. Ebrard (14), S. Clessin (11), Döring (12), R. Dubois (13), M. Bellion (5), O. Hesse (24) und K. Künkel (32) genannt seien.

Um die meist sehr kurzen und unvollständigen Angaben zu ergänzen und nachzuprüfen, habe ich eine Reihe von Versuchen angestellt, die sich mit der Einwirkung der Feuchtigkeit auf winterschlafende oder in Trockenstarre befindliche Weinbergschnecken beschäftigen. Es wurde dabei die von früheren Beobachtern vielfach angewandte Einwirkung von flüssigem Wasser ganz vermieden, die Tiere vielmehr

lediglich in einen mit Wasserdampf gesättigten Raum gebracht. Sie befanden sich dabei in einem Behälter aus Drahtgeflecht, der in einem nicht ganz dicht verschlossenen Glasgefäß über Wasser aufgehängt war.

Die ersten Versuche wurden Ende Juni 1912 mit drei Exemplaren angestellt, die vorher 4 Wochen gehungert hatten. Nach 1—2 Tagen wurden sie alle in Bewegung angetroffen. Das Auskriechen erfolgte ebenso rasch, wenn die Individuen nicht über Wasser, sondern nur in ein dicht verschließbares Glasgefäß gebracht wurden; da sie beständig Wasserdampf abgeben, erreicht die Luft in dem abgeschlossenen Raum sehr bald einen hohen Feuchtigkeitsgrad, der seine Wirkung ausübt. Daß andre Ursachen nicht in Betracht kommen, zeigt ein Kontrollversuch, bei dem die eingeschlossene Luft durch Chlorkalzium trocken gehalten wurde. In diesem Fall erfolgte kein Auskriechen. Nach 2 Tagen wurde das Chlorkalzium entfernt. Einen weiteren Tag später befand sich das Exemplar in Bewegung.

Ganz entsprechende Resultate ergaben die zu verschiedenen Zeiten im Winter 1912/13 mit eingedeckelten Exemplaren angestellten Versuche.

Bei einer Temperatur von etwa 18° C stießen alle Exemplare, die genügend lange in feuchter Atmosphäre gehalten wurden, ihr Epiphragma ab, während solche, die sich in gewöhnlicher Atmosphäre befanden, keinerlei Änderung in ihrem Verhalten zeigten. Im allgemeinen erfolgte die Reaktion erst nach mehreren Tagen. Die individuellen Verschiedenheiten waren viel größer als im Sommer. Von 16 Exemplaren hatten nur zwei nach 2 Tagen ihren Deckel abgestoßen, nach weiteren 3 Tagen waren im ganzen sieben Exemplare ausgekrochen. Von den übrigen neun hatten vier nach 10 Tagen, zwei nach 12 Tagen, und je eins nach 16, 18 und 19 Tagen reagiert. Rascher erfolgte die Reaktion vielfach bei solchen Tieren, die ein sehr dünnes oder beschädigtes Epiphragma besaßen.

Bei niederer Temperatur (11° C) stießen von vier Exemplaren im Laufe von 9 Tagen zwei ihren Deckel ab. Die beiden andern waren nach 23 Tagen noch unverändert.

Ein besonderes Interesse verdient das weitere Verhalten derjenigen Exemplare, die auch nach dem Auskriechen noch längere Zeit in feuchter Atmosphäre gehalten wurden, jedoch ohne Nahrungszufuhr. Im Winter erfolgte sehr bald erneutes Zurückziehen; der Ruhezustand konnte, wie früher bereits erwähnt wurde, nur vorübergehend unterbrochen werden. Die im Sommer untersuchten Exemplare blieben länger beweglich. Doch zogen auch sie sich allmählich weit in die Schale zurück, und

schieden zum Teil Membranen ab. Nachdem drei Individuen auf diese Weise mehr als einen Monat in feuchter Atmosphäre zugebracht hatten, wurden sie am 1. August 1912 in feuchten Salat gesetzt. Normalerweise werden ausgehungerte Exemplare in diesem Falle sehr rasch lebendig. Die drei erwähnten Individuen waren jedoch nach einem Tage noch nicht ausgekrochen. Der lange Aufenthalt in feuchter Atmosphäre hatte sie offenbar unempfänglich für die sonst sehr rasch wirkenden Reize gemacht. Am 2. August wurden die Tiere unter Wasser getaucht. Sie kamen nun bald aus der Schale und fraßen eifrig von dem Salat, in den sie wieder gesetzt wurden.

Aus dem Verhalten folgt erstens, daß bei einem längeren Aufenthalt in feuchter Atmosphäre die Wirkung der Feuchtigkeit aufgehoben wird, zweitens, daß die Nahrung, insbesondere Salat, in erster Linie durch die von ihr ausströmende Feuchtigkeit auf die Weinbergschnecke wirkt. Wäre der spezifische Geruch hauptsächlich wirksam, dann hätten die Exemplare etwa ebenso rasch auskriechen müssen, wie das sonst bei ausgehnngerten Exemplaren der Fall ist.

Mit dem großen Einfluß, den der Wassergehalt der Atmosphäre auf die Weinbergschnecke ausübt, stehen zwei Beobachtungen im engen Zusammenhang. Es ist möglich, das Aufwachen nach der Winterruhe dadurch beliebig lang hinauszuschieben, daß man die Exemplare in einem trockenen Raum hält. Man kann anderseits Individuen, denen man die Nahrung entzieht, sehr lang beweglich halten, wenn man sie in einem feuchten Raum unterbringt. Am 22. Mai 1912 brachte ich eine Anzahl Weinbergschnecken, die bei regnerischem Wetter in vollster Lebenstätigkeit aufgefunden waren, in einen feuchten Souterrainraum, der eine ziemlich gleichmäßige Temperatur besaß. Obgleich die Tiere keinerlei Nahrung erhielten, krochen einige Exemplare am 2. August, also nach mehr als 10 Wochen, noch umher und zogen sich erst dann allmählich in die Schale zurück, als sie in eine trockene Atmosphäre gebracht wurden.

Durch frühere Versuche (S. 135—136) war festgestellt worden, daß das Epiphragma, wie auch die Schale, einen Gasaustausch gestatten. Am Epiphragma kommt hauptsächlich, wenn nicht ausschließlich die Stelle in Betracht, wo die innen dicht aufliegende häutige Membran von einer Kalkeinlagerung unterbrochen ist. Eine ebensolche Kalkeinlagerung besitzen alle darunter liegenden Membranen. Nach den Ergebnissen dieses Abschnittes ist auch die auf S. 135—136 erwähnte Reaktion auf Bestreichen des Epiphragmas bzw. der Schale mit Paraffin oder Vaseline leicht zu erklären. Offenbar ist der Grund

für das Auskriechen darin zu sehen, daß die von den Individuen abgeschiedene Feuchtigkeit nicht entweichen konnte und einen immer stärkeren Reiz auf die Tiere ausübte, der schließlich das Abstoßen des Deckels verursachte.

b. Die ersten Lebensäußerungen nach der Winterruhe und die Gewichtzunahme.

Im Freien beginnt das Wiederaufleben nach der Winterruhe gewöhnlich Ende März oder im April. Es ist abhängig von dem Eintreten warmer Frühlingsregen. In der letzten Zeit vor dem Auskriechen nimmt das Gewicht der eingedeckelten Exemplare besonders stark ab. Das Abstoßen des Epiphragmas beschreibt Gaspard folgendermaßen (S. 258): »Das Tier zieht nach und nach die in den verschiedenen Zellen abgesetzte Luft in seine Lungen und zerbricht die Scheidewände, indem es den hinteren Teil des Fußes vorschiebt. Zuletzt zerstößt es den Kalkdeckel an dem ausgeschweiften Punkte und dem stumpfsten Winkel, schiebt den scharfen Rand des Fußes zwischen Schale und Deckel und trennt dadurch diesen ganz ab. Darauf kriecht es hervor und frißt sogleich mit Begierde.«

Die Sterblichkeit ist in den ersten Wochen nach Beendigung der Winterruhe gesteigert.

Bald nach der Winterruhe beginnt die Weinbergschnecke das Wasser und die Reservestoffe, die sie inzwischen verbraucht hat, durch Neuaufnahme zu ersetzen.

Einige kurze Mitteilungen über die Gewichtsvergrößerung nach der Winterruhe finden sich bei A. Lang (34) und K. Künkel (30). Beide haben eine durchschnittliche Zunahme um etwa die Hälfte des ursprünglichen Gewichtes beobachtet.

Ich habe die Zunahme bei einer Reihe von ausgewachsenen Exemplaren während eines Monats festgestellt und dabei die auf Tabelle 14 (S. 166) angegebenen Resultate erhalten.

Es handelte sich durchweg um ausgewachsene Exemplare, die zwar vor Beginn des Versuchs bereits ihr Epiphragma abgestoßen hatten, aber weder Nahrung noch Wasser aufgenommen hatten. Vom 27. bis 28. April war ihnen nur Wasser geboten worden. Von da ab auch zusagende Nahrung, besonders Salat. Vor jeder Wägung mit Ausnahme der ersten, wurden die Tiere mit Wasser besprengt und dann sorgfältig abgetrocknet. Als Aufenthaltsraum diente ein großer Glasbehälter, der oben mit einem weitmaschigen Drahtnetz verschlossen war.

Tabelle 14.

Exemplar Nr.	27. IV.	28. IV.	29. IV.	1. V.	3. V.	5. V.	9. V.	17. V.	25. V.
1	17,35	23,73	25,59	22,98	22,24	22,22	22,20	23,33	25,38
2	17,47	22,36	22,16	22,43	21,46	21,35	24,79	22,76	24,81
3	17,35	19,09	22,78	21,40	20,76	20,30	21,91	27,50	25,95
4	12,12	12,62	15,89	16,07	14,72	14,87	16,27	16,60	16,06
5	14,00	14,60	15,35	15,31	14,97	15,04	18,08	16,83	16,72
6	16,18	20,58	21,16	18,86	19,05	18,36	22,29	21,95	22,00
7	16,37	18,33	18,39	19,47	18,82	18,88	22,40	20,17	20,51
8	16.20	20,73	24,35	21,24	20.87	20,83	22,80	22,82	22,82
9	16,32	18,53	20,70	20,58	19,59	19,34	20,16	22,08	20,16
10	20,62	21,49	23,48	24,22	23,78	23,87	26,56	27,13	26,84
Durchschnitt	16,39	19,21	20,99	20,26	19,63	19,51	21,75	22,22	22,13

Die Wägungen zeigen, daß besonders in den ersten Tagen eine bedeutende Zunahme stattfindet. Exemplar Nr. 1 vergrößerte sein Gewicht in den ersten beiden Tagen um 47% des Anfangsgewichtes, im Laufe des ersten Tages allein durch Wasseraufnahme um 37%. Die andern Exemplare zeigten zwar größtenteils keine so erhebliche Zunahme, doch war auch hier gerade in den ersten Tagen eine auffallende Gewichtsvergrößerung zu beobachten. Das zeigt sich sehr deutlich bei der Betrachtung einer graphischen Darstellung der Wägungsergebnisse (Fig. 7.)

Fig. 7.

Ganz ähnlich verhielten sich in dieser Beziehung fünf ausgewachsene Exemplare, die im Juli 1912, nachdem sie gerade 2 Monate gehungert hatten, Salat erhielten. Sie hatten bereits nach einer Stunde sämtlich die Schale verlassen und fraßen nun eifrig. Ihre Gewichte vor Beginn der Nahrungsaufnahme und an den beiden folgenden Tagen sind auf Tabelle 15 angegeben.

Auch Nüsslin (44) macht Mitteilungen über die Gewichtzunahme der Weinbergschnecken nach einer Hungerperiode. Er gab seinen Versuchstieren jedoch nur Wasser und stellte lediglich die Zunahme in den ersten 24 Stunden fest. Seine Wägungsergebnisse stehen mit den meinigen in Übereinstimmung.

Tabelle 15.

Nr.	17. VII.	18. VII.	19. VII.
1	11,55	14,86	14,96
2	13,70	18,53	17,36
3	16,90	22,30	24,51
4	18,46	25,90	24,10
5	21,50	29,35	27,93
Durchschnitt	16,42	22,19	21,77

Auffallend ist bei Tabelle 15, wie auch schon bei der Gewichtskurve der ersten Versuchsgruppe, daß bei einigen Exemplaren bereits im Lauf des zweiten Tages wieder eine Abnahme erfolgte. Überhaupt zeigen die Gewichte in der Folgezeit große Schwankungen. Bei Betrachtung der Fig. 7 ist das schon deutlich zu sehen, obgleich hier das Bild durch zweierlei verwischt ist. Einmal sind die Schwankungen durch Berechnung der Durchschnittsgewichte zum größten Teil ausgeglichen, ferner sind die Wägungen in der zweiten Hälfte der Versuchszeit nicht häufig genug angestellt worden. Sehr viel klarer wird daher das Bild, wenn man die Wägungsergebnisse der Einzelindividuen in der ersten Hälfte der Versuchszeit betrachtet. In Fig. 8 ist die Gewichtskurve von Exemplar Nr. 6 dargestellt, die sich durch besonders ungleichmäßigen Verlauf auszeichnet. Eine Erklärung liegt wohl in der Angabe von

Fig. 8.

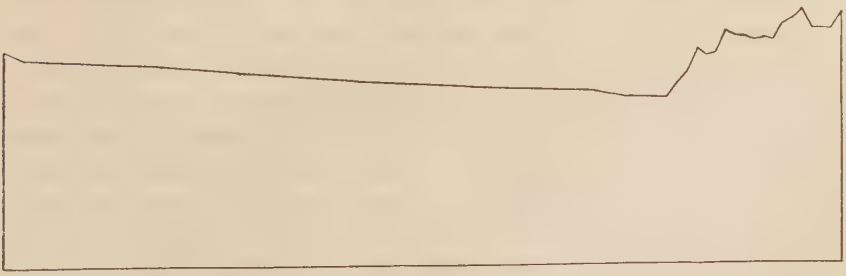

Fig. 9.

Ebrard (14), daß ausgewachsene Tiere im allgemeinen nur alle 2—3 Tage Nahrung aufnehmen.

Fig. 9 zeigt schließlich noch im Zusammenhang die Gewichtskurve

eines Exemplars (Nr. 5 der auf Tabelle 12 angeführten Gruppe), das direkt anschließend an die Winterruhe vom 30. April bis zum 7. Juli in trockener Atmosphäre ohne Nahrung gehalten wurde und dann reichliche Nahrung erhielt. Der regelmäßige Verlauf während der Hungerperiode tritt gut hervor, ebenso die ständigen Gewichtsänderungen vom Augenblick der Nahrungszufuhr an. Eine Reihe andrer Exemplare verhielt sich ähnlich. Daß der Aufenthalt in dem Glasbehälter, in dem die Tiere aufbewahrt wurden, keine wesentlichen Abweichungen von dem normalen Verhalten der Tiere verursachte, konnte ich feststellen, als ich die Schnecken eine Woche in einem von Draht eingezäunten Gärtchen bei reichlicher Nahrung und Feuchtigkeit hielt.

Im Anschluß an die Besprechung der Gewichtzunahme nach längerem Nahrungsmangel ist noch von einigen Versuchen zu berichten, die über das Verhalten der Weinbergschnecke trockener Nahrung gegenüber Aufschluß geben. Die große Vorliebe für Feuchtigkeit legt die Vermutung nahe, daß trockene Speisen entweder verschmäht oder doch nur wenig berührt werden. Eine Reihe von Versuchen bestätigte diese Vermutung. Als Speise setzte ich den Schnecken Filtrierpapier vor, von dem ich bereits früher festgestellt hatte, daß es in feuchtem Zustande gern verzehrt wird.

Am 10. Juli wurden acht Weinbergschnecken bei vollkommener Wasserentziehung einzeln in Gläser auf trockenes Filtrierpapier gesetzt. Am ersten Tage, als der Austrocknungsgrad der Schnecken noch gering war, wurden drei Papierstreifen angegriffen. An den drei folgenden Tagen, über die der Versuch noch ausgedehnt wurde, zeigte dagegen kein einziger der täglich erneuten Papierstreifen irgendwelche Freßspuren.

Schon wesentlich anders war das Resultat, als die Tiere einmal täglich mit Wasser besprengt und dann, nachdem sie sorgfältig abgetrocknet waren, auf trockenes Filtrierpapier gesetzt wurden. Auch jetzt verschmähte in der Regel noch die Mehrzahl der Tiere das Papier. Immerhin hatten in zwei von fünf Fällen je fünf Exemplare ihr Papier angefressen, in einem Falle vier, einmal zwei und einmal gar kein Exemplar. Noch stärker wurde das Papier angefressen, wenn es feucht war. In einem Falle zeigten sechs von den Papierstücken deutliche Freßspuren, in einem zweiten Falle zwei, in weiteren Fällen 3, 6, 6. Bei der zweiten Versuchsanordnung waren insgesamt 16 Papierstreifen von 40 angefressen worden, bei der letzten Versuchsanordnung dagegen 23 von 40 Papierstreifen.

Die Versuche zeigen, daß trockene Speisen vollkommen verschmäht

werden, wenn die Weinbergschnecke nicht selbst einen hohen Feuchtigkeitsgehalt besitzt und daß selbst, wenn diese Bedingung erfüllt ist, ein erheblicher Unterschied im Vergleich zu dem Verhalten feuchter Nahrung gegenüber zu beobachten ist.

Eine Zusammenstellung der Hauptergebnisse dieser Untersuchungen zeigt mit großer Deutlichkeit, welch eine außerordentlich wichtige Rolle die Feuchtigkeit im Leben der Weinbergschnecke spielt. Nur in feuchter Atmosphäre bewegt sie sich lebhaft und nimmt Nahrung auf. Die Nahrung selbst wird meist nur dann angegriffen, wenn sie Feuchtigkeit enthält. Eintretende Trockenheit bewirkt sehr bald eine Änderung in der Lebenstätigkeit; die Tiere kapseln sich ein und verharren im Ruhezustand, bis neue Feuchtigkeit sie wieder hervorlockt. In der Zwischenzeit können sie die Wasserabgabe von dem anfänglich sehr hohen Betrag auf ein äußerst geringes Maß herabsetzen, das auch in vollkommen trockener Atmosphäre nicht viel größer ist. Die Ergänzung des Wassergehaltes nach einer längeren Ruheperiode kann sehr rasch erfolgen. Von Wichtigkeit ist, daß die Weinbergschnecke nicht nur durch flüssiges Wasser, im Freien also durch direkte Berührung mit dem Regenwasser zum Wiederaufleben veranlaßt wird, sondern auch allein durch einen hohen Feuchtigkeitsgehalt der Atmosphäre. Sie wird also auch in einem geschützten Versteck, wo sie den direkten Witterungseinflüssen nicht preisgegeben ist, eine Änderung des Wetters wahrnehmen.

Unsre Versuche geben einen neuen Beweis von der Vollkommenheit, mit der die Weinbergschnecke ihren Existenzbedingungen im Freien angepaßt ist.

II. Die Wasseraufnahme.

Je intensiver sich die Lebenstätigkeit der Weinbergschnecke gestaltet, um so größer wird ihr Wasserverbrauch. Die Schleimabgabe, wie auch die Verdunstung an der Körperoberfläche können einen hohen Betrag erreichen. Die Tiere entfalten deshalb nur dann ihre volle Lebenstätigkeit, wenn sie die Möglichkeit haben, ihren Wasservorrat häufig zu ergänzen.

Es fragt sich, auf welchem Weg das Wasser in den Schneckenkörper gelangt. Insbesondere ist die Frage von Interesse, ob die Aufnahme des Wassers ausschließlich durch den Mund erfolgt, oder ob sie auch auf anderm Wege, etwa durch die Haut möglich ist. Die Untersuchungen, welche diese Frage für die Landschnecken zu be-

antworten suchen, sind nicht sehr zahlreich. Um so lebhafter ist dagegen die Frage nach der Wasseraufnahme bei Wassermollusken erörtert worden.

Obgleich über die spezielleren Verhältnisse bei den Landpulmonaten nur relativ wenige Mitteilungen vorliegen, finden sich auch hier mancherlei Widersprüche. Übereinstimmung herrscht nur in bezug auf die Wasseraufnahme durch den Mund. Leydig (37) beobachtete das Trinken bei *Limax arborum*. Gegenbaur (20, S. 544) schreibt in bezug auf die Pulmonaten: »Die Aufnahme von Wasser geschieht aber hier durch den Darmkanal. Bei Helicinen ist nicht unschwer nachzuweisen, daß die Tiere dasselbe durch den Mund einführen.« Auch Ebrard (14), Simroth (50), Nalepa (42) und Künkel (28) beobachteten die Wasseraufnahme durch den Mund, teils bei *Helix*, teils bei *Limax*. Während aber Gegenbaur das Trinken für die einzige Art der Wasseraufnahme hielt und Nalepa die Anschauung vertrat, daß immerhin die Hauptmasse des Wassers durch den Mund in den Körper gelangt, wies Simroth darauf hin, daß das rasche Aufquellen der Schnecken in feuchter Umgebung nicht durch Wasseraufnahme in den Mund und Darm erklärt werden könne, und daß man das Trinken als den selteneren Modus der Wasseraufnahme anzusehen habe. E. Mer (40) führt an, man könne sich durch Eintauchen einzelner Körperteile der Weinbergschnecke in Wasser leicht von der Durchlässigkeit der gesamten Haut für Wasser überzeugen.

Genauere Untersuchungen, die auch über die Quantität des etwa durch die Haut aufgenommenen Wassers Sicherheit geben, wurden von den letztgenannten Forschern nicht angestellt. Erst in neuerer Zeit ist durch die Versuche von K. Künkel (28) ein wesentlicher Fortschritt erzielt worden. Künkel beträufelte ein Exemplar von *Limax cinereus*, das zuvor einige Tage ohne Futter zugebracht hatte, mit etwas angewärmtem Wasser.

Um eine Wasseraufnahme durch den Mund unmöglich zu machen, hielt er das Brettchen, auf dem das Tier saß, schief und beträufelte die Schnecke nur hinter dem Mantel. Nach 2 Stunden hatte sie ihr Gewicht von 3,85 auf 5,43 g, d. h. um 41,03% erhöht. Daraus geht hervor, daß eine beträchtliche Wassermenge durch die Haut aufgenommen werden kann. Das Tier kroch nach der Beträufelung lebhaft umher und nahm, als ihm Wasser geboten wurde, weitere 1,4 g, diesmal aber durch den Mund, auf. Von der Gewichtzunahme, die im ganzen 3,05 g oder 79,20% betragen hatte, war etwas mehr als die Hälfte (41,03%) durch Aufnahme durch die Haut verursacht worden,

die übrigen 38,17% durch Trinken. Stark ausgetrocknete Nacktschnecken waren nach KÜNKEL nicht imstande, Wasser zu trinken. Sie konnten nur dadurch zum Wiederaufleben gebracht werden, daß KÜNKEL ihre Haut mit Wasser in Berührung brachte.

Es lag nahe, nach den Versuchen von KÜNKEL auch für *Helix pomatia* die Möglichkeit einer Wasseraufnahme durch die Haut zu vermuten.

Um Sicherheit zu erhalten, habe ich folgenden Versuch angestellt:

Einigen Exemplaren wurde, um eine Wasseraufnahme durch den Mund unmöglich zu machen, der Vorderdarm kurz hinter der Mundöffnung zugebunden. Die Operation ging so vor sich, daß einer umherkriechenden Schnecke plötzlich durch eine Schlinge der aus der Schale gestreckte Teil des Körpers abgebunden wurde. In den leeren Raum der Schale wurde etwas Watte gesteckt, so daß dem Tier ein Zurückziehen unmöglich war. Dann wurde mit einer Schere nicht weit hinter dem letzten Tentakelpaar ein möglichst kurzer Schnitt geführt. Der Pharynx war nun leicht zu erreichen und konnte mit einem feinen Faden abgebunden werden, worauf die Wunde vernäht wurde.

Nur durch große Vorsicht war ein teilweises Hervortreten der Geschlechtsorgane zu verhindern. Sind die Geschlechtsorgane einmal aus der Wunde getreten, dann ist es kaum möglich, sie ohne erhebliche Verletzungen wieder zurückzudrängen. Es wurden nur solche Tiere weiter untersucht, bei denen keine Verletzung der Geschlechtsteile vorgekommen war.

Während der Operation gaben die Tiere auf der ganzen Körperoberfläche Schleim ab, besonders reichlich in der Gegend des Mantelrandes.

Wie wenig sie jedoch durch die Operation in ihrem weiteren Verhalten beeinträchtigt werden, kann man daran erkennen, daß eine gut operierte Weinbergschnecke nach dem Vernähen der Wunde nicht selten ebenso lebhaft umherkriecht wie vor der Operation.

Zwei Exemplare wurden am Tag nach der Operation in ein schräg gestelltes Gefäß gebracht, dessen Boden zum Teil mit Wasser bedeckt war. Sie lagen gerade an der Wassergrenze. Die Tiere, die sich inzwischen in die Schale zurückgezogen hatten, krochen aus und verließen alsbald das Wasser. Sie wurden in bestimmten Zwischenräumen gewogen und dann wieder in das Gefäß zurückgebracht und zwar stets so, daß sie gerade an der Wassergrenze lagen. Vor jeder Wägung wurden sie mit Fließpapier sorgfältig abgetrocknet.

Die Ergebnisse der Wägungen sind aus folgender Tabelle zu ersehen:

Tabelle 16.

Exemplar Nr.	Gewicht unmittelbar vor d. Operation	Gewicht unmittelbar vor d. Wasseraufnahme	Gewicht 1 Std. später	Gewicht 1 Std. später	Gewichtzunahme	
					in g	in %
1	20,24	17,81	18,45	19,13	1,32	7,4
2	—	9,46	11,12	11,21	1,75	18,5

Spätere Wägungen zeigten keine bemerkenswerte Gewichtzunahme mehr.

Da ein Trinken unmöglich gemacht war, muß das Wasser durch die Haut eingedrungen sein. Die Verschiedenheit in der Gewichtzunahme ist wohl zum Teil darauf zurückzuführen, daß der Austrocknungsgrad der Tiere verschieden war. Vielleicht waren sie auch in ungleicher Weise durch die Folgen der Operation beeinflußt.

Ein weiteres Exemplar, Nr. 3, wurde vor und nach der Operation längere Zeit im Hungerzustand gehalten. Zum Vergleich wurden ganz entsprechende Wägungen auch bei einem nicht operierten Exemplar (Nr. 4) vorgenommen. Die Gewichtsabnahme, die wegen der fehlenden Operation wegfiel, wurde durch Verlängerung des Hungerzustandes herbeigeführt. Die Gewichte der Exemplare 3 und 4 sind auf Tabelle 17 (S. 173) angegeben.

Spätere Wägungen zeigten nur geringe Schwankungen im Gewicht.

Bemerkenswert ist, daß die operierte Schnecke ihren Wasservorrat im Vergleich zur andern sehr langsam ergänzte, wie man aus der Tabelle ersehen kann. Während letztere bereits 2 Stunden nach der Wasserzufuhr ihr Gewicht kaum noch änderte, erreichte Exemplar Nr. 3 das Höchstgewicht erst nach 40 Stunden.

Weiter fällt bei Betrachtung der Tabelle auf, daß die Gewichtzunahme in Prozenten bei dem nicht operierten Exemplar (Nr. 4) bedeutend größer war, als bei dem operierten (Nr. 3). Möglicherweise ist die Differenz auf die Beeinträchtigung in der Lebenstätigkeit zurückzuführen, die die Operation nach sich zog. Vielleicht hatte aber Nr. 4 neben der Wasseraufnahme durch die Haut auch erhebliche Mengen durch den Mund zu sich genommen.

Tabelle 17.

Exemplar Nr.	1	2	3	4	5	6
	Urspr. Gewicht	Gewicht unmittelbar vor d. Operation	Gewicht unmittelbar nach der Operation	Gewicht unmittelbar vor der Wasserzufuhr		Gewicht 1 Std. später
				in g	in % d. ursp. Gewichts	
3	32,9	26,7	24,8	19,97	60,7	20,24
4	29,1	—	—	17,32	59,2	21,34

Exemplar Nr.	7	8	9	10	11	12
	Gewicht 1 Std. später	Gewicht 14 Std. später	Gewicht 1 Tag später	Gewicht 2 Tage später	Gewichtzunahme	
					in g	in % d. Gew. v. d. Wasserzufuhr
3	20,49	22,69	23,95	22,97	3,98	19,9
4	23,25	22,73	22,74	—	5,93	34,2

Das Hauptergebnis des Versuches ist der Beweis, daß *Helix pomatia* imstande ist, bedeutende Wassermengen durch die Körperhaut aufzunehmen. Es stimmt vollkommen mit dem Ergebnis überein, das Künkel auf Grund andrer Versuchsanordnung bei einem andern Objekt erhalten hatte. Im Freien werden bei Regen jedenfalls bedeutende Wassermengen durch die Haut aufgenommen. Die Runzeln der Haut haben dabei wohl, wie schon Simroth und Künkel ausführten, den Zweck, ein zu schnelles Abfließen des Wassers zu verhindern, die Flüssigkeit vielmehr auf der ganzen Körperoberfläche zu verteilen. Bei den Versuchen Künkels nahmen die Individuen am wenigsten Wasser auf, welche sich während des Beträufelns kontrahierten. Mehr nahmen die Exemplare auf, die in Fortbewegung begriffen waren, am meisten aber die, welche ruhig ausgestreckt liegen blieben.

Es fragt sich weiter, auf welchem Wege das Wasser durch die Haut der Schnecke in das Innere gelangt. Leydig und Nalepa waren durch anatomische Untersuchungen und Injektionsversuche zu der Überzeugung gekommen, daß das Wasser durch Interzellularräume, die in direkter Verbindung mit den Bluträumen stehen, eindringe; eine Auffassung, die auch von Meisenheimer (39, S. 7) geteilt wird. Simroth (49) äußerte dagegen die Vermutung, daß das Wasser seinen

Weg auch durch die Schleimdrüsen nehme. KÜNKEL hat diese Anschauung durch einige Versuche wahrscheinlich gemacht. Er fand, daß stark ausgetrocknete Nacktschnecken nicht imstande waren sich fortzubewegen, bevor ihre Haut durch die Quellung des Schleimes weich und beweglich geworden war. Bei ausgetrockneten Exemplaren war der Schleim so zäh, daß er jede Bewegung unmöglich machte. Durch Beträufeln mit Wasser, das ganz dem Regen im Freien entspricht, wurde die Zähigkeit allmählich beseitigt. Dabei verhinderten die Runzeln und Rinnen ein zu rasches Abfließen des Wassers und breiteten dasselbe auf der Oberfläche des Tieres aus.

Die Natur des Schneckenschleims hat KÜNKEL durch einige Versuche näher erforscht. Er verschaffte sich den Schleim dadurch in größerer Menge, daß er eine Schnecke in ein tiefes Uhrglas setzte, dasselbe mit einem andern Uhrglas bedeckte und dann in den so abgeschlossenen Raum ein mit Chloroform getränktes Stückchen Filtrierpapier brachte. Darauf erfolgte starke Schleimabgabe. Zunächst stellte KÜNKEL fest, daß der Schleim nicht hygroskopisch ist. Er brachte ihn in einen mit Wasserdampf gesättigten Raum und fand, daß das Gewicht nicht zunahm. Die Quellbarkeit des Schleimes hat KÜNKEL durch folgenden Versuch veranschaulicht. Er entzog einem Exemplar von *Helix pomatia*, das ein Gewicht von 8,29 g hatte, 0,38 g Schleim und übergoß denselben mit Wasser. Nach 2 Stunden wog er 1,35 g, hatte sein Gewicht also um 0,97 g oder um 255,26% vergrößert. Ähnlich verhält sich der Schleim andrer Schneckenarten.

In ganz analoger Weise konnte KÜNKEL aufgequollenen Schleim durch Austrocknen auf kleine Bruchteile seines ursprünglichen Gewichts reduzieren.

Es ist leicht begreiflich, daß bei ausgetrockneten Exemplaren der Schleim so zäh wird, daß er nicht aus den Drüsen treten kann. Dieser Fall, der bei Nacktschnecken nicht selten zu beobachten ist, kommt bei Gehäuseschnecken schwerlich vor, da sie sich bei eintretender Trockenheit bald in die Schale zurückziehen und dann nur sehr langsam weiter austrocknen.

Jedenfalls machen die Versuche KÜNKELS eine Wasseraufnahme durch Quellung des Schleimes sehr wahrscheinlich.

Damit ist nicht ohne weiteres gesagt, daß die Wasseraufnahme durch die Haut allein durch Vermittlung der Schleimdrüsen vor sich geht, besonders da man noch keine Sicherheit hat, ob das in die Schleimdrüsen aufgenommene Wasser auch in die andern Körperteile ein-

dringen kann. Simroth (Bronn, S. 134,) ist allerdings der Ansicht, daß die Interzellularräume des Epithels für die Aufnahme von Wasser nicht in Betracht kommen. Doch ist diese Auffassung bis jetzt nicht ausreichend begründet.

Beweis gegen eine Wasseraufnahme aus feuchter Atmosphäre. Verhalten in feuchter Luft.

Die Tatsache, daß der Schneckenschleim nicht hygroskopisch ist, läßt von vornherein vermuten, daß eine Wasseraufnahme aus feuchter Atmosphäre ausgeschlossen ist. Auch sonst liegt kein Grund zu einer solchen Annahme vor. Trotzdem behauptet E. Mer (40), daß von der ersten Stunde an eine leichte Gewichtzunahme zu beobachten sei, wenn man eine *Helix* in einen mit Wasserdampf gesättigten Raum bringt. Er erklärt das so, daß der Wasserdampf durch die Gewebe kondensiert wird. Auffallenderweise soll diese Absorption bald aufhören und das betreffende Exemplar nach kurzem Aufenthalt in gewöhnlicher Atmosphäre sein ursprüngliches Gewicht wieder annehmen. Diese Angaben klingen von vornherein sehr unwahrscheinlich. Doch gibt auch Fleischmann (17) an, eine Wasseraufnahme aus feuchter Atmosphäre beobachtet zu haben. Er schreibt (S. 429): »Ich konnte sehr wasserarme Schnecken in starke Schwellung geraten lassen, wenn ich sie für einen größeren Zeitabschnitt in einen Raum brachte, der mit Wasserdampf gesättigt war.«

Künkel berichtet zuerst über Versuche, deren Resultat in direktem Widerspruch zu den Angaben Fleischmanns steht.

Das Verhalten der Weinbergschnecke ist aus folgendem Versuch zu ersehen.

Drei Exemplare wurden, nachdem sie etwa 6 Wochen ohne Nahrung zugebracht und sich vollkommen in ihre Schale zurückgezogen hatten, in einen Behälter aus Drahtnetz gebracht und dieser in einem hohen Gefäß so aufgehängt, daß die Schnecken dicht über dem mit Wasser bedeckten Boden des Gefäßes schwebten. Sie befanden sich also in einem mit Wasserdampf gesättigten Raum. Ein Austausch der verbrauchten Luft war dadurch ermöglicht, daß der Deckel des Gefäßes nicht ganz dicht aufsaß.

Bald nachdem die Schnecken in das Gefäß gebracht waren, kamen sie aus der Schale und krochen umher. Im Laufe der ersten Tage hatten sie infolge des Umherkriechens einen erheblichen Gewichtsverlust, der größer war als in einem gleichen Zeitraum, den die Schnecken in gewöhnlicher Atmosphäre zubrachten. Um einen Vergleich mit

dem Verhalten in gewöhnlicher Atmosphäre anzustellen, wurden die Tiere nämlich zwischendurch auf die Dauer von 4 Tagen (vom 2. 7. bis 6. 7. 12) in gewöhnlicher Atmosphäre gehalten, dann verbrachten sie noch etwa 4 Wochen in feuchter Atmosphäre. Über das Ergebnis der Wägungen gibt die folgende Tabelle Aufschluß.

Tabelle 18.

Exemplar Nr.	15. V. (nach dem Auffinden)	28. VI. (Beginn des Versuches)	30. VI.	2. VII.	4. VII.	6. VII.	8. VII.	20. VII.	1. VIII.
1	20,2	17,43	17,10	17,01	16,83	16,82	16,81	16,78	16,40
2	19,2	16,94	16,58	16,24	16,15	16,13	16,13	16,05	15,39
3	16,8	13,66	13,35	13,30	13,22	13,17	13,17	13,11	12,73

Der Versuch beweist, daß auch in feuchter Atmosphäre das Gewicht der Weinbergschnecke ständig abnimmt, selbst dann, wenn sie sich bereits in einem stark ausgetrockneten Zustand befindet. Ganz entsprechende Ergebnisse wurden bei Wiederholung des Versuches, auch während der Winterruhe, erzielt.

Eine Wasseraufnahme aus feuchter Atmosphäre ist also nicht möglich. Aus der kurzen Bemerkung, die Fleischmann über den Gegenstand macht, ist nicht festzustellen, woher sein unrichtiges Ergebnis rührt. Künkel vermutet, daß sich an der Wand des Gefäßes, das Fleischmann benutzte, Wasser niedergeschlagen hatte, das dann die Schnecken auflecken konnten. Die Versuche ergeben natürlich nur dann ein sicheres Resultat, wenn die Temperatur keine erheblichen Schwankungen aufweist. Andernfalls, besonders bei rascher Temperaturerniedrigung, ist eine teilweise Kondensation des Wassers unvermeidlich. Dieses flüssige Wasser wird natürlich gern aufgenommen und kann zu falschen Resultaten führen.

Aufquellen in Wasser.

Bekanntlich tötet man Weinbergschnecken, an denen anatomische Untersuchungen gemacht werden sollen, am besten dadurch, daß man sie einige Zeit in einem festverschlossenen mit Wasser angefüllten Gefäß liegen läßt. Dabei macht es keinen merklichen Unterschied, ob man frisches oder abgekochtes Wasser benutzt. Die Tiere kommen bald aus der Schale hervor, strecken sich aus und vergrößern ihr Volumen außerordentlich stark. Offenbar ist diese Volumenvergrößerung auf eindringendes Wasser zurückzuführen. Daß das Gesamtvolumen

Wasser plus Weinbergschnecke das Gleiche bleibt, kann man auf einfache Weise feststellen. Man bringt ein Exemplar in ein Cylindergefäß, füllt dasselbe bis an den Rand mit Wasser und verschließt es mit einem Stopfen, der von einer engen Glasröhre durchbohrt ist. An dem Wasserstand in der dünnen Glasröhre kann man auch geringe Volumenschwankungen wahrnehmen. Wenn die Ausdehnung des Schneckenkörpers allein durch eindringendes Wasser verursacht wird, dann darf sich das Gesamtvolumen nicht ändern. Tatsächlich blieb das Volumen bei dem mehrfach wiederholten Versuch, abgesehen von ganz minimalen Schwankungen, dasselbe.

Die Volumenzunahme der Weinbergschnecke in Wasser wird also ausschließlich durch eindringendes Wasser bewirkt.

Je nachdem die Tiere einen mehr oder weniger großen Luftvorrat in ihrer Lungenhöhle eingeschlossen haben, schwimmen sie an der Oberfläche des Wassers oder sinken sie zu Boden. Die Schale ist in der Regel nach oben, der Fuß nach unten gerichtet. Eingezogene Exemplare kommen gewöhnlich bald aus der Schale. Gelingt es den Tieren nicht, irgendeinen festen Gegenstand zu erreichen und an diesem entlangkriechend das Wasser zu verlassen, so gehen sie meist nach etwa 3 Tagen zugrunde; doch sind erhebliche Abweichungen nicht selten. Nimmt man ein Exemplar, so lange es noch lebt, aus dem Wasser, so werden in kurzer Zeit große Flüssigkeitsmengen abgegeben. Hatte der Aufenthalt unter Wasser nicht zu lange gedauert, so kann eine vollständige Erholung eintreten. Eine derartige Erholung beobachtete ich nach eintägigem Aufenthalt der Tiere unter Wasser.

Die Wasseraufnahme beim Untertauchen unter Wasser erfolgt gewöhnlich sehr rasch; ausgestreckte Exemplare haben bereits nach 1 Stunde ein bedeutendes Volumen erreicht. Langsamer quellen eingezogene Exemplare auf.

Regulierung der Wasseraufnahme.

Man hat leicht den Eindruck, als ob es der Weinbergschnecke unmöglich sei, das Aufquellen zu verhindern, wenn sie einmal mit dem Wasser in Berührung ist. Tatsächlich ist sie jedoch unter gewissen Bedingungen imstande, dem Aufquellen mit Erfolg entgegenzuwirken. Dabei ist notwendig, daß nicht die ganze Körperoberfläche von Wasser umgeben ist. Insbesondere muß die Atemöffnung frei sein.

Ich brachte einige Exemplare in eine flache, etwa 4 cm hohe Glasschale, die etwa $3^1/_4$ cm hoch mit Wasser gefüllt war. Die Schale wurde mit einem Drahtnetz zugedeckt. Bald krochen die Tiere an den

Rand des Gefäßes und setzten sich dort fest. Sie konnten das Atemloch über Wasser halten, doch befand sich der größere Teil ihres Weichkörpers ständig unter Wasser. Trotzdem nahm ihr Volumen kaum zu. Das Wasser wurde täglich erneuert, da es immer beträchtliche Schleimmengen enthielt. Die Schnecken wurden 15 Tage in diesem Zustande gehalten. Anfangs krochen sie ziemlich lebhaft am Gefäßrand umher; bald wurden ihre Bewegungen aber träge und schwerfällig. Zwei Exemplare, die nach einem Wasserwechsel in die Mitte des Gefäßes gelegt wurden, waren nicht mehr imstande den Rand zu erreichen. Sie blieben liegen und quollen stark auf. Das eine Exemplar (Nr. 5) ging zugrunde, das andre erholte sich wieder, nachdem es aus dem Wasser genommen worden war. Von fünf Exemplaren wurden die Gewichte ermittelt. Sie sind in folgender Tabelle angegeben.

Tabelle 19.

Exemplar Nr.	10. VII. 12. (Beginn des Versuches)	15. VII. 12.	25. VII. 12.
1	22,00	25,28	23,17
2	24,63	25,95	25,74
3	21,22	20,35	—
4	15,85	15,22	15,60
5	23;82	24,17	+ 23. VII.

Eine auffallend große Gewichtsvermehrung hatte bei keinem Exemplar stattgefunden.

Nr. 3 wurde am 17. Juli ganz unter Wasser gebracht und quoll dann stark auf. Die Exemplare Nr. 2 und 4 wurden am 26. Juni ganz unter Wasser gebracht. Sie quollen auch auf, aber langsamer und schwächer als man gewöhnlich beobachtet. Andre Exemplare erholten sich bald nachdem das Wasser abgegossen war.

Der Versuch zeigt zunächst, daß *Helix pomatia* sehr wohl imstande ist, das Eindringen einer zu großen Wassermenge in ihren Körper zu verhindern, vorausgesetzt daß sie nicht vollständig von der äußeren Luft abgeschlossen ist.

Die Schleimabgabe während des Versuchs rührte offenbar daher, daß die Tiere das Eindringen von Wasser und das Aufquellen ihres Schleimes nicht zu hindern vermochten und sich nur durch reichliche Sekretion vor zu starker Wasseraufnahme schützen konnten. Die

zunehmende Trägheit in der Bewegung war vermutlich eine Folge der starken Schleimabgabe.

Eine Wiederholung des Versuchs mit fünf neuen Exemplaren, bei der die Wägungen in kürzeren Zwischenräumen vorgenommen wurden, zuerst im Abstand von 2, dann von mehr Stunden, schließlich von 1—4 Tagen, führte zu dem Ergebnis, daß ein starkes Aufquellen besonders dann zu beobachten ist, wenn die Atemöffnung sich unter Wasser befindet, d. h. wenn der normale Luftaustausch unmöglich gemacht ist. Ein Exemplar nahm in diesem Zustand im Laufe von 16 Stunden etwa 12 g zu. Ist die Atemöffnung frei, so hängt der Betrag der Wasseraufnahme wohl zum Teil von dem anfänglichen Feuchtigkeitsgehalt der Versuchstiere ab. E. Mer (40) gibt an, daß die Menge des aufgenommenen Wassers um so größer sei, je weiter der Weichkörper in das Wasser eingetaucht werde. Ich habe eine derartige Beziehung nicht wahrgenommen.

Ergebnisse.

1) Während der Winterruhe findet bei der Weinbergschnecke ein ständiger Gasaustausch sowohl durch das Epiphragma als auch durch die Schale statt. Wird Schale oder Epiphragma durch Bestreichen mit Vaseline oder Paraffin dicht gemacht, so erfolgt Abstoßen oder Lüften des Deckels. Die Zeit bis zum Eintritt dieser Reaktion schwankte zwischen wenigen Tagen und mehreren Wochen.

2) Der Eintritt in die Winterruhe erfolgt auch dann, wenn die Weinbergschnecke sehr günstigen Lebensbedingungen ausgesetzt wird. Eine längere Ruhezeit im Sommer beseitigt das Bedürfnis nach der Winterruhe nicht.

3) Die Größe der Gewichtsverlustes während der Winterruhe hängt wesentlich von der Temperatur ab, der die Weinbergschnecke ausgesetzt ist. Im Laufe von 12 Wochen betrug die Gewichtsabnahme bei sechs Exemplaren, die einer mittleren Temperatur von 7—8° C ausgesetzt waren, 4,2% des Anfangsgewichtes; bei fünf andern Exemplaren, die in einem Raum von 18° C aufbewahrt wurden, betrug sie in der gleichen Zeit 7,2%, das ist mehr als 1,7mal so viel.

4) Für Winterruhe und Trockenstarre gilt in gleicher Weise, daß die Gewichtsabnahme eines Exemplares in gleichen aufeinanderfolgenden Zeiträumen sehr verschieden sein kann. Ebenso bestehen bedeutende individuelle Schwankungen in der Gewichtsabnahme.

5) Die Gewichtsabnahme während einer Hungerperiode im Sommer ist bedeutend stärker als die während einer gleichlangen Zeit im

Zustande der Winterruhe bei gleicher Temperatur. Der Unterschied ist zum großen Teil auf das Vorhandensein des Epiphragmas im einen Fall zurückzuführen.

6) Am Anfang einer Hunger- und Trockenperiode im Sommer, besonders im Laufe des ersten Tages nach der Wasserentziehung, ist die Gewichtsabnahme besonders stark, wie aus den Kurven zu ersehen ist.

7) Wasserzufuhr während einer Hungerperiode bewirkt einen sehr unregelmäßigen Verlauf der Gewichtskurve. Die so behandelten Exemplare bleiben beweglich, gehen aber schneller zugrunde als die, welche einer Hunger- und Trockenperiode ausgesetzt werden.

8) Die Aufnahme von Holzfaserstoff, der in Form von feuchtem Filtrierpapier gern gefressen wird, beeinflußt die Gewichtsabnahme im Vergleich zu derjenigen bei ausschließlicher Wasserzufuhr nicht merklich.

9) Die Gewichtsabnahme in vollkommen trockener Atmosphäre zeigt im allgemeinen einen regelmäßigeren Verlauf als die in gewöhnlicher Luft. Die Weinbergschnecke ist auffallend widerstandsfähig gegen den Einfluß trockener Atmosphäre. Vor Eintritt des Todes wird die Gewichtsabnahme beschleunigt.

10) Durch Einwirkung von feuchter Atmosphäre kann man zu jeder Jahreszeit ruhende Weinbergschnecken zum Auskriechen veranlassen. Im Sommer kommen sie meist schon am ersten oder zweiten Tag aus der Schale. Im Winter schwankte die Zeit zwischen 2 Tagen und 19 Tagen. Temperaturen unter 11° verzögern die Reaktion oder verhindern sie ganz.

11) Durch Aufbewahren in einem feuchten Raum kann man hungernde Weinbergschnecken sehr lang beweglich halten. Einige Schnecken krochen nach mehr als 10 Wochen noch umher.

12) Bei längerem Aufenthalt in feuchter Atmosphäre erfolgt wieder Einkapselung. Derart behandelte Exemplare krochen nicht aus, als ihnen feuchte Nahrung gegeben wurde. Daraus folgt, daß der Geruch der Nahrung allein ein Auskriechen nicht bewirkt.

13) In den ersten Tagen nach Beendigung der Winterruhe nimmt das Gewicht der Weinbergschnecke bei günstigen äußeren Bedingungen bedeutend zu. In der Folgezeit findet gelegentlich auch noch erhebliche Zunahme statt. Doch zeigt die Gewichtskurve sehr bald große Unregelmäßigkeit. Das Höchstgewicht während der ersten 4 Wochen nach der Winterruhe betrug bei zehn Exemplaren im Maximum 159%, im Minimum 129%, im Durchschnitt 140% des Gewichtes

vor der Nahrungszufuhr. Es wurde von einem Exemplar bereits nach 2 Tagen, von drei weiteren nach 12 Tagen, von sechs Exemplaren nach 20 Tagen und von einem Exemplar nach 28 Tagen erreicht.

14) Trockene Speisen verschmäht die Weinbergschnecke vollkommen, wenn sie nicht selbst einen großen Feuchtigkeitsgehalt besitzt. Auch in letzterem Falle ließ sie die Nahrung in der Mehrzahl der Fälle unberührt.

15) *Helix pomatia* ist imstande, erhebliche Wassermengen durch die Körperhaut aufzunehmen.

16) Eine Wasseraufnahme aus feuchter Atmosphäre ist nicht möglich. Das Gewicht nimmt vielmehr auch in feuchter Atmosphäre ständig ab.

17) Beim Untertauchen einer Weinbergschnecke unter Wasser bleibt das Gesamtvolumen Schnecke plus Wasser konstant. Die Ausdehnung des Schneckenkörpers ist daher ausschließlich auf eindringendes Wasser zurückzuführen.

18) Bei teilweisem Untertauchen unter Wasser geht die Weinbergschnecke nur dann bald zugrunde, wenn die Atemöffnung dauernd von Wasser bedeckt ist. Andernfalls zeigt sie sich sehr widerstandsfähig. Die Gewichtsvergrößerung durch Wasseraufnahme schwankt innerhalb weiter Grenzen, ist jedoch bedeutend geringer als bei gänzlichem Untertauchen. Anscheinend hängt sie zum Teil von dem Austrocknungsgrad der Tiere zu Anfang des Versuches ab.

Marburg, im November 1913.

Verzeichnis der benutzten Literatur.

1. L. Agassiz, Über das Wassergefäßsystem der Mollusken. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. VII. 1856. S. 176—180.
2. G. J. Allmann, Note on the Formation of the Epiphragm of Helix aspersa. The Journal of the Linnean Society, Zoology. Vol. XXV. London. 1896. p. 517—520.
3. Karl Ernst von Baer, Bemerkungen über die Entwicklungsgeschichte der Muscheln und über ein System von Wassergefäßen in diesen Tieren. Froriep, Notizen aus dem Gebiete d. Natur- und Heilkunde. Bd. XIII. Weimar 1826. S. 1—6.
4. H. C. L. Barkow, Der Winterschlaf nach seinen Erscheinungen im Tierreich. Berlin 1846.
5. Marguerite Bellion, Note sur l'hibernation de l'escargot (Helix pomatia L.). Compt. rend. d. l. Soc. d. Biologie. 1909. p. 964—966.

6. W. Biedermann und P. Moritz, Beiträge zur vergleichenden Physiologie der Verdauung. II. Über ein cellulaselösendes Enzym im Lebersekret der Schnecke (Helix pomatia). Archiv f. d. ges. Physiol. Bd. LXXIII. 1898. S. 219—287.
7. — Desgl. III. Über die Funktion der sogenannten Leber der Mollusken. Ebenda. Bd. LXXV. 1899. S. 1—86.
8. H. G. Bronn, Klassen und Ordnungen des Tierreiches. Neue Ausgabe. Bd. III. Mollusca. Neu bearbeitet von H. Simroth. Pulmonata. Lieferung 95—138. Leipzig 1908—12.
9. O. Buchner, Nachträge zur Revision der Varietäten von Helix pomatia L. Jahresheft. d. Vereins f. vaterl. Naturkunde in Württemberg. Bd. LVI. 1900. S. 224—237.
10. Justus Carriere, Haben die Mollusken ein Wassergefäßsystem? Biol. Centralblatt. Bd. I. 1881/82. S. 677—683.
11. S. Clessin, Das Verhalten der Mollusken im Winter. Correspondenzblatt des zoolog.-mineralog. Vereines in Regensburg. Bd. XXVI. 1872. S. 114—121 und 130—138.
12. Adolf Döring, Bemerkungen über die Bedeutung und Untersuchungen über die chemische Zusammensetzung der Pulmonatenschale. Inauguraldissertation. Göttingen 1872. 41 S.
13. Raphael Dubois, Sur le Sommeil Hivernal chez les Invertébrés. Annales d. l. Société Linnéenne de Lyon. T. XLVII. 1900. p. 99—101.
14. E. Ebrard, Un Escargot. Physiologie et moeurs de l'Helice pomatia. Bibliothèque universelle et Revue Suisse. T. XXIII. 1865. p. 625 à 656.
15. Fack und Möbius, Langlebigkeit der Schnecken. Schriften des naturwiss. Vereins f. Schleswig-Holstein. Bd. I. Kiel 1873/75. S. 21.
16. Paul Fischer, De l'Epiphragme et de sa formation. Journal de Conchyliologie. T. IV. Paris 1853. p. 397—403.
17. A. Fleischmann, Die Bewegung des Fußes der Lamellibranchiaten. Zeitschrift f. wiss. Zool. Bd. XLII. 1885. S. 367—431.
18. — Die Wasseraufnahme bei Mollusken. Biol. Centralbl. Bd. VII. 1888. S. 713—717.
19. B. Gaspard, Beiträge zur Physiologie der Gartenschnecke (Helix pomatia). Deutsches Archiv f. d. Physiologie. Hrsg. v. Meckel. Bd. VIII. 1823. S. 243—269.
20. Carl Gegenbaur, Grundzüge der vergleichenden Anatomie. 2. Aufl. Leipzig 1870.
21. Otto Goldfuss, Die Binnenmollusken Mitteldeutschlands. Leipzig 1900.
22. Hermann Griesbach, Über das Gefäßsystem und die Wasseraufnahme bei den Najaden und Mytiliden. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. XXXVIII. 1883. S. 1—44.
23. W. Hartwig, Lange Lethargie der Schnecken. Der Zoologische Garten. 1889. S. 285—286.
24. Otto Hesse, Zum Hungerstoffwechsel der Weinbergschnecke. Zeitschr. f. Allgemeine Physiologie. Bd. X. 1910. S. 273—340.
25. Herm. v. Ihering, Über die Hautdrüsen und »Hautporen« der Gastropoden. Zool. Anz. Bd. I. 1878. S. 274—275.

26. W. Kochs, Über die Vorgänge beim Einfrieren und Austrocknen von Tieren und Pflanzensamen. Biolog. Centralblatt. Bd. XII. 1892. S. 330—339.

27. Marie Krahelska, Über den Einfluß der Winterruhe auf den histologischen Bau einiger Landpulmonaten. Jen. Zeitschr. f. Naturwissensch. Bd. XLVI. 1910. S. 363—444.

28. Karl Künkel, Die Wasseraufnahme bei Nacktschnecken. Zool. Anz. Bd. XXII. 1899. S. 388—396. und 401—404.

29. — Zur Biologie der Nacktschnecken. Verhandl. d. Deutsch. Zool. Gesellschaft. 10. Versamml. Leipzig 1900. S. 22—31.

30. — Zuchtversuche mit linksgewundenen Weinbergschnecken (Helix pomatia). Zool. Anz. Bd. XXVI. 1903. S. 656—664.

31. — Zur Biologie von Limax variegatus. Zool. Anz. Bd. XXVII. 1904. S. 571—578.

32. — Zuchtversuche mit Campylaea cingulata Studer. Abhandl. d. Senckenbergischen Naturforsch. Gesellsch. Frankfurt. Bd. XXXII. 1910. S. 253—267.

33. Lambotte, Diminution du poids de l'Helix pomatia pendant l'hibernation. Annales d. l. Société Malacologique de Belgique. Tome I. Bruxelles 1863.

34. Arnold Lang, Kleine biologische Beobachtungen über die Weinbergschnecke (Helix pomatia L.). Vierteljahrsschr. d. Naturforsch. Gesellsch. Zürich. Bd. XLI. 1896. Festschr. II. Teil. S. 488—495.

35. — Über den Herzschlag von Helix pomatia L. während des Winterschlafes. Festschrift z. 60. Geburtst. Rich. Hertwigs. Jena 1910. Bd. III. S. 1—14.

36. Johann Carl Leuchs, Vollständige Naturgeschichte der Ackerschnecke nebst Anleitung zur Anwendung sicherer und erprobter Mittel zur Verhütung der starken Vermehrung und zur Vertilgung derselben. Gekrönte Preisschrift. Nürnberg 1820. 336 S.

37. Franz Leydig, Zur Anatomie und Physiologie der Lungenschnecken. Archiv f. mikroskop. Anatomie. Bd. I. 1865. S. 43—67.

38. Ed. v. Martens, Über das Wiederaufleben von Landschnecken. Sitzgsber. d. Gesellsch. Naturforsch. Freunde z. Berlin. 1889. S. 159.

39. J. Meisenheimer, Die Weinbergschnecke Helix pomatia L. Leipzig 1912.

40. E. Mer, Recherches sur l'absorption cutanée dans l'Helix pomatia. Compt. rend. d. l. Soc. d. Biologie. T. XXIX. 1877. p. 186—197.

Möbius, siehe Fack.

41. A. Moquin-Tandon, Histoire naturelle des Mollusques terrestres et fluviatiles de France. Paris 1855. 2 Bde. und Atlas.

Moritz, siehe Biedermann.

42. Alfred Nalepa, Beiträge zur Anatomie der Stylommatophoren. Sitzgsber. d. Kais. Akad. d. Wissensch. Wien. Math. Nat. Klasse. Bd. LXXXVII. 1. Abt. 1883. S. 237—302.

43. — Die Interzellularräume des Epithels und ihre physiologische Bedeutung bei den Pulmonaten. Ebenda Bd. LXXXVIII. 1. Abt. 1884. S. 1180—1188.

44. O. Nüsslin, Beiträge zur Anatomie und Physiologie der Pulmonaten. II. Die Gewichtsveränderungen durch Abgabe und Aufnahme von Wasser bei Helix und Arion. Tübingen 1879.
45. Carl Pfeiffer, Naturgeschichte deutscher Land- und Süßwassermollusken. 3 Abteilungen. 1821. 1825. 1828.
46. C. A. Récluz, Note sur des Hélices servant de baromètre pour indiquer la Pluie. Journal de Conchyliologie. Paris 1858. p. 178—180.
47. H. Richard, Recherches physiologiques sur le cœur des Gastéropodes pulmonés. Revue d'Auvergne. T. III. Clermont-Ferrand 1886. p. 31—46 und 227—234.
48. Paulus Schiemenz, Über die Wasseraufnahme bei Lamellibranchiaten und Gastropoden (einschließlich der Pteropoden). Mitteil. a. d. Zoolog. Station z. Neapel. Bd. V. Leipzig 1884. S. 509—543.
49. H. Simroth, Die Tätigkeit der willkürlichen Muskulatur unserer Landschnecken. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. XXX. Suppl. 1878. S. 166—224.
50. — Die Fußdrüsen der Valvata piscinalis. Zoo. Anz. Bd. IV. 1881. S. 527—528.
51. R. Taylor, Lange unterbrochene Lebenstätigkeit einer Schnecke. Froriep. Tagsber. üb. d. Fortschritte d. Natur- und Heilkunde. Abt. f. Zool. und Paläontol. Bd. I. Weimar 1850.
52. Treitel, Über die Lebensfähigkeit der Gartenschnecke. Arch. f. Anatomie und Physiol., Physiol. Abt. 1893. S. 192.
53. Emile Yung, Contributions à l'histoire physiologique de l'escargot (Helix pomatia). Mémoires couronnés et mémoires des savants étrangers publ. par l'Acad. Royale des sciences, des lettres, et des Beaux-Arts de Belgique. Tome XLIX. Bruxelles 1888. 119 S.

Lebenslauf.

Ich wurde am 10. August 1889 zu Wiesbaden geboren und bin preußischer Staatsangehöriger. Nach vierjährigem Besuch einer Mittelschule und weiterem neunjährigen Besuch der Städtischen Oberrealschule zu Wiesbaden erhielt ich Ostern 1908 das Reifezeugnis. Ich arbeitete im folgenden Sommerhalbjahr an dem Chemischen Laboratorium Fresenius in Wiesbaden und leistete dann vom 1. Oktober 1908 bis zum 30. September 1909 meine Militärdienstpflicht bei dem Nassauischen Pionierbataillon Nr. 21 in Mainz-Kastel ab. Hierauf besuchte ich von Oktober 1909 bis März 1912 die Universität Freiburg i. B. und von April 1912 bis August 1913 die Universität Marburg. Gegenstand meines Studiums waren Naturwissenschaft und Mathematik. Die mündliche Doktorprüfung bestand ich am 3. Dezember 1913.

Walter Kühn.